

TUGAS AKHIR
EVALUASI NILAI PERKERASAN JALAN DENGAN METODE
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) DAN IRI
(INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX)

**(Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura,
KM 0+920 – KM 2+120)**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh :

Dimas Afif Prasdianto

NIM : 30202200259

Saka Arifa Palwa

NIM : 30202200282

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2023

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI NILAI PERKERASAN JALAN DENGAN METODE *PCI* (*PAVEMENT CONDITION INDEX*) DAN *IRI* (*INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX*)

(Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920
– KM 2+120)



Dimas Afif Prasdianto
NIM : 30202200259



Saka Arifa Palwa
NIM : 30202200282

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 31 Januari 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.**
NIDN : 0623026901
2. **Dr. Juny Andry Sulisty, S.T., M.T.**
NIDN : 0611118903
3. **Ir. Rachmat Mudiyono, M.T., Ph.D**
NIDN : 0605016802

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M. Eng.
NIDN : 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 39/A.2/SA-T/IX/2023

Pada hari ini tanggal 31 - 10 - 2023 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Dr. Juny Andry Sulisty, S.T., M.T.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Dimas Afif Pradianto
NIM : 30202200259

Saka Arifa Palwa
NIM : 30202200282

Judul : Evaluasi Nilai Perkerasan Jalan Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dan IRI (International Roughness Index) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, Km 0+920 – Km 2+120)

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	19 - 09 - 2023	ACC
2	Seminar Proposal	30 - 10 - 2023	
3	Pengumpulan data	16 - 10 - 2023	
4	Analisis data	02 - 11 - 2023	
5	Penyusunan laporan	12 - 11 - 2023	
6	Selesai laporan	21 - 12 - 2023	

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.

Dr. Juny Andry Sulisty, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Dimas Afif Prasdianto

NIM : NIM : 30202200259

NAMA : Saka Arifa Palwa

NIM : NIM : 30202200282

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

Judul : Evaluasi Nilai Perkerasan Jalan Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dan IRI (International Roughness Index) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, Km 0+920 – Km 2+120) benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 31 / 1 / 2024

Yang membuat pernyataan 1,

Yang membuat pernyataan 2,


Dimas Afif Prasdianto
NIM : 30202200259




Saka Arifa Palwa
NIM : 30202200282

UNISSULA
جامعة سلطان أبجوع الإسلامية

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Dimas Affif Prasdianto
NIM : NIM : 30202200259
NAMA : Saka Arifa Palwa
NIM : NIM : 30202200282
JUDUL TUGAS AKHIR : Evaluasi Nilai Perkerasan Jalan Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dan IRI (International Roughness Index) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, Km 0+920 – Km 2+120)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 31 / 1 / 2024

Yang membuat pernyataan 1,

Yang membuat pernyataan 2,



Dimas Afif Prasdianto
NIM : 30202200259

Saka Arifa Palwa
NIM : 30202200282

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ
بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمُ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ ﴿١١٠﴾

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”(Q.S. Al-Imran : 110)

وَاخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّلِّ مِنَ الرَّحْمَةِ وَقُلْ رَبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيْنِي صَغِيرًا ﴿٢﴾

“Rendahkanlah dirimu terhadap keduanya dengan penuh kasih sayang dan ucapkanlah, “Wahai Tuhanku, sayangilah keduanya sebagaimana mereka berdua (menyayangiku ketika) mendidik aku pada waktu kecil.” (Q.S. Al-Isra : 24)

وَإِذْ تَادُنُّ رَبُّكُمْ لَيْنِ شُكْرْتُمْ لِأَزِيدَنَّكُمْ وَلَيْنِ كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ ﴿٧﴾

“(Ingatlah) ketika Tuhanmu memaklumkan, “Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), sesungguhnya azab-Ku benar-benar sangat keras.” (Q.S. Ibrahim: 7)

“Saat seorang pria sedang berjalan, tiba-tiba ia mendapati sebuah dahan berduri yang menghalangi jalan. Kemudian ia menyingkirkannya. Maka Allah bersyukur kepadanya dan mengampuni dosa-dosanya” (HR al-Bukhari).

“A person who cannot give up anything, can change nothing.”

- Armin Arlet-Attack on Titan

“ Long learn for long run”

- Oh Su Hyang

“Never stop learning, be a lifelong learner!”

-Nabila Satwikawati

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya Bapak Parno dan Ibu Sulistiyowati yang telah memberikan segenap dukungan materiil dan semangat dalam perjalanan selama menjalani perkuliahan.
2. Partner pengerjaan Laporan Tugas Akhir, saudara Saka Arifa Palwa yang selalu bisa bekerja sama dalam penyusunan Tugas Akhir hingga tuntas, pengerjaan tugas kuliah, dan selalu mengingatkan pada kebaikan.
3. Pembimbing Tugas Akhir Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T. dan Bapak Dr. Juny Andry Sulistyo, S.T., M.T., yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan dengan sabar dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Teman-teman perkuliahan S1 Teknik Sipil Kelas Transfer 2022, Taufik, Sri, Kartika, Lintang, Bagus, Irvita, Ervina, Fadin yang telah membantu dan mendukung dalam proses perkuliahan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Pihak yang membantu dalam mendapatkan data Tugas Akhir dengan akurat, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta, sehingga hasil analisis yang disajikan dapat memberi masukan agar lokasi penelitian yang mengalami kerusakan “buruk” segera dilakukan perawatan dan perbaikan berkala.

Dimas Afif Prasdianto
NIM : 30202200259

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta saya Bapak Sukiyatno dan Ibu Suyatmi yang telah memberikan segenap dukungan materil dan semangat dalam perjalanan perkuliahan.
2. Partner pengerjaan Laporan Tugas Akhir, saudara Dimas Afif Prasdianto yang selalu bisa bekerja sama dalam penyusunan Tugas Akhir hingga tuntas, pengerjaan tugas kuliah, dan selalu mengingatkan pada kebaikan.
3. Pembimbing Tugas Akhir Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T. dan Bapak Dr. Juny Andry Sulisty, S.T., M.T., yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan dengan sabar dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Teman-teman perkuliahan S1 Teknik Sipil Kelas Transfer 2022, Topak, Aang, Kartika, Lintang, Peje, Irvita, Yona, Fadin yang telah membantu dan mendukung dalam proses perkuliahan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Pihak yang membantu dalam mendapatkan data Tugas Akhir dengan akurat, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta, sehingga hasil analisis yang disajikan dapat memberi masukan agar lokasi penelitian yang mengalami kerusakan “buruk” segera dilakukan perawatan dan perbaikan berkala.

Saka Arifa Palwa
NIM : 30202200282

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Nilai Perkerasan Jalan Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dan IRI (International Roughness Index) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, Km 0+920 – Km 2+120)” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M. Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung.
3. Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Juny Andry Sulistyono S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan motivasi.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, bulan, tahun

Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Klasifikasi Jalan	5
2.1.1 Klasifikasi Berdasarkan Peruntukan Jalan	5
2.1.2 Klasifikasi Berdasarkan Status Jalan.....	5
2.1.3 Klasifikasi Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan.....	6
2.1.4 Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Jalan	6
2.1.4.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya Dalam Sistem Jaringan Jalan Primer.....	6
2.1.4.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya Dalam Sistem Jaringan Jalan Sekunder.....	7
2.1.5 Klasifikasi Berdasarkan Kelas Jalan	7
2.1.5.1 Klasifikasi Berdasarkan Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan.....	7
2.1.5.2 Klasifikasi Berdasarkan Penggunaan Jalan.....	8
2.2 Perkerasan Lentur.....	9
2.3 LHR.....	9
2.3.1 Pertumbuhan Lalu Lintas	9
2.4 Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur.....	10
2.4.1 Retak (<i>Cracks</i>).....	10
2.4.1.1 Retak Rambut (<i>Hair Cracks</i>)	11
2.4.1.2 Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Crack</i>)	11
2.4.1.3 Retak Pinggir (<i>Edge Cracks</i>).....	12
2.4.1.4 Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan (<i>Edge Joint Cracks</i>).....	13
2.4.1.5 Retak Sambungan Jalan (<i>Lane Joint Cracks</i>)	14
2.4.1.6 Retak Sambungan Pelebaran Jalan (<i>Widening Cracks</i>)	14
2.4.1.7 Retak Refleksi (<i>Reflection Cracks</i>)	15
2.4.1.8 Retak Selip (<i>Slippage Cracks</i>)	16

2.4.2	Distorsi (<i>Distortion</i>)	16
2.4.2.1	Alur (<i>Ruts</i>).....	16
2.4.2.2	Bergelombang/Keriting (<i>Corrugation</i>)	17
2.4.2.3	Sungkur (<i>Shoving</i>).....	18
2.4.2.4	Amblas (<i>Grade Depression</i>)	19
2.4.2.5	Jembul (<i>Upheaval</i>)	19
2.4.3	Cacat Permukaan (<i>Disintegration</i>).....	20
2.4.3.1	Lubang (<i>Potholes</i>)	20
2.4.3.2	Pelepasan Butir (<i>Ravelling</i>).....	21
2.4.3.3	Pengelupasan Lapisan (<i>Stripping</i>).....	21
2.4.4	Pengausan (<i>Polished Agregat</i>)	22
2.4.5	Kegemukan (<i>Bleeding/Flussing</i>).....	22
2.4.6	Penurunan Pada Bekas Utilitas (<i>Utility Cut Depression</i>).....	23
2.5	Metode PCI (Pavement Condition Index)	23
2.5.1	Menentukan Kerusakan Jalan.....	24
2.5.2	Menentukan <i>Density</i>	32
2.5.3	Menentukan <i>Deduct Value</i>	33
2.5.4	Menentukan <i>Total Deduct Value</i> (TDV).....	44
2.5.5	Menentukan <i>Corrected Deduct Value</i> (CDV).....	44
2.5.6	Menentukan Nilai Kondisi Perkerasan (PCI).....	45
2.5.7	Menentukan Kualitas Kerusakan Perkerasan	45
2.6	Metode IRI (<i>International Roughnes Index</i>).....	46
2.7	Analisis Korelasi Data.....	47
2.7.1	Metode Pearson	48
2.8	Tegangan Dan Regangan Perkerasan Lentur	49
2.8.1	Pemodelan Lapis Perkerasan Jalan	50
2.8.2	Karakteristik Material	52
2.9	Program KENPAVE	53
2.9.1	Analisis Kerusakan Dengan KANPAVE	54
2.9.2	Tools KENLAYER	56
2.10	Penelitian Terdahulu	62
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		67
3.1	Lokasi Penelitian	67
3.2	Jenis Penelitian	67
3.3	Teknik Pengumpulan Data	67
3.3.1	Data Primer	68
3.3.2	Data Sekunder	68
3.4	Teknik Pengolahan Data	68
3.4.1	Survey Data Lapangan	68
3.4.2	Perhitungan Dan Analisis Nilai PCI.....	69
3.4.3	Nilai IRI.....	69
3.4.4	Analisis Korelasi	69
3.4.4.1	<i>Penggunaan Microsoft Excel</i> Untuk Mencari Korelasi Antara PCI – IRI	69
3.4.5	Analisis Tegangan Rengangan Menggunakan Program KENPAVE.....	70
3.5	Bagan Alir Penelitian	71
3.6	Data Analisis	72
3.6.1	Mulai	72

3.6.2	Rumusan Masalah	72
3.6.3	Studi Pustaka	72
3.6.4	Penentuan Segmen	72
3.6.5	Data Primer	72
3.6.6	Data Sekunder	73
3.6.7	Analisis Nilai PCI Tiap Segmen	73
3.6.8	Analisis Total Nilai PCI Rata – Rata Ruas Jalan	73
3.6.9	Analisis Nilai IRI	73
3.6.10	Membandingkan Hasil Nilai PCI dan IRI	74
3.6.11	Analisis Tegangan Renggang Menggunakan Program KENPAVE.....	74
3.6.12	Menarik Kesimpulan dan Saran	74
3.6.13	Selesai.....	74
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		75
4.1	Hasil Pengumpulan Data	75
4.1.1	Kondisi Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – Km 2+120	75
4.1.1.1	Data Teknis Jalan	75
4.1.1.2	Data Kerusakan Jalan	75
4.1.2	Data Lalu Lintas Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – Km 2+120	84
4.2	Analisis Kondisi Perkerasan Dengan Metode PCI.....	85
4.2.1	Density	85
4.2.2	<i>Deduct Value</i> (DV).....	86
4.2.3	Corrected Deduct Value (CDV) dan Total Deduct Value (TDV).....	88
4.2.4	Nilai PCI.....	89
4.3	Analisis Kondisi Perkerasan Dengan Metode IRI.....	96
4.4	Perbandingan Nilai Kondisi Perkerasan Antara Metode PCI Dengan IRI	98
4.4.1	Analisis Korelasi Antara Metode PCI Dengan IRI Menggunakan Microsoft Excel	98
4.4.2	Analisis Hubungan Kerusakan Jalan Metode PCI dengan IRI Terhadap Nilai LHR	100
4.5	Analisis Tegangan Dan Regangan Menggunakan Program KENPAVE	101
4.5.1	Perhitungan Beban Sumbu Standar Kumulatif (ESA5)	101
4.5.2	Analisa Perkerasan Jalan Menggunakan Program KENPAVE.....	103
4.6	Rekapitulasi Hasil Analisis Dengan PCI, IRI, Dan Program KENPAVE	111
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		114
5.1	Kesimpulan.....	114
5.2	Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA		116

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kelas Jalan Sesuai Penggunaannya.....	8
Tabel 2. 2	Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)(%) (2015-2035).....	10
Tabel 2. 3	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan bergelombang (corrugation).....	24
Tabel 2. 4	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan alur (ruts).....	24
Tabel 2. 5	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan sungkur (shoving).....	24
Tabel 2. 6	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan amblas (depression).....	25
Tabel 2. 7	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan mengembang (swell).....	25
Tabel 2. 8	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan benjol dan turun (bump and sags).....	26
Tabel 2. 9	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak kulit buaya (alligator cracking).....	26
Tabel 2. 10	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak memanjang dan melintang (transverse and longitudinal crack).....	27
Tabel 2. 11	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak refleksi sambungan (Joint Reflection Crack).....	27
Tabel 2. 12	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak blok (Block Crack).....	28
Tabel 2. 13	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak slip (Slippage Crack)/ retak bulan sabit (Crescent Shape Crack).....	28
Tabel 2. 14	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak pinggir (Edge Cracking).....	29
Tabel 2. 15	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan jalur/ bahu turun (Lane/ Shoulder Drop-off).....	29
Tabel 2. 16	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan lubang (Pothole).....	30
Tabel 2. 17	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan pelepasan butir (weathering/raveling).....	30
Tabel 2. 18	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan kegemukan (bleeding).....	30
Tabel 2. 19	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan agregat licin (Polished Agregate).....	31
Tabel 2. 20	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi Tambalan dan Tambalan Galian Utilitas (Patching and Utility Cut Patching) ...	31
Tabel 2. 21	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan	32

Tabel 2. 22 Penentuan Kondisi Ruas Jalan dan Kebutuhan Penanganan	47
Tabel 2. 23 Interpolasi Koefisien Korelasi	48
Tabel 2. 24 Nilai Modulus Elastisitas Material Tipikal Materia.....	51
Tabel 2. 25 Nilai Poisson Ratio	52
Tabel 2. 26 Analisis Struktur Perkerasan	55
Tabel 2. 27 Rekapitulasi Penelitian Terdahulu	62
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Survey Kerusakan Jalan Jalur Kiri	79
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Survey Kerusakan Jalan Jalur Kanan	82
Tabel 4. 3 Rekapitulasi LHR	84
Tabel 4. 4 Kerusakan Sta 0+920-0+970.....	85
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Nilai Deduct Value Sta 0+920-0+970.....	87
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Total Deduct Value dan Nilai Corrected Deduct Value Sta 0+920-0+970	88
Tabel 4. 7 Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) dan Tingkat Kerusakan pada Jalur Kiri.....	90
Tabel 4. 8 Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) dan Tingkat Kerusakan pada Jalur Kanan.....	94
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Nilai IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura	97
Tabel 4. 10 Data Variabel X dan Y Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kiri	98
Tabel 4. 11 Hasil Korelasi PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kiri	99
Tabel 4. 12 Data Variabel X dan Y Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kanan	99
Tabel 4. 13 Hasil Korelasi PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kanan	100
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Total LHR	101
Tabel 4. 15 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%).....	102
Tabel 4. 16 Faktor Distribusi Lajur (DL).....	102
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Perhitungan Nilai ESA5.....	103
Tabel 4. 18 Data Perkerasan Jalan	103
Tabel 4. 19 Data Input Menu General.....	104
Tabel 4. 20 Data Input Zcoord	105
Tabel 4. 21 Hasil analisis semua pengulangan beban pada setiap tebal lapis perkerasan dari KENLAYER.....	108
Tabel 4. 22 Kontrol Analisis Beban Lalu Lintas Terhadap Repetisi Beban Dengan Program Kenpave	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Struktur Perkerasan Lentur	9
Gambar 2. 2	Retak Rambut (Hair Cracks)	11
Gambar 2. 3	Retak Kulit Buaya (Alligator Cracks)	12
Gambar 2. 4	Retak Pinggir (Edge Cracks)	13
Gambar 2. 5	Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan (Edge Joint Cracks)	13
Gambar 2. 6	Retak Sambungan Jalan (Lane Joint Cracks)	14
Gambar 2. 7	Retak Sambungan Pelebaran Jalan (Widening Cracks)	15
Gambar 2. 8	Retak Refleksi (Reflection Cracks)	15
Gambar 2. 9	Retak Selip (Slippage Cracks)	16
Gambar 2. 10	Alur (Ruts)	17
Gambar 2. 11	Bergelombang/Keriting (Corrugation)	18
Gambar 2. 12	Sungkur (Shoving)	18
Gambar 2. 13	Amblas (Grade Depression)	19
Gambar 2. 14	Jembul (Upheaval)	20
Gambar 2. 15	Lubang (Potholes)	21
Gambar 2. 16	Pelepasan Butir (Ravelling)	21
Gambar 2. 17	Pengelupasan Lapisan (Stripping)	22
Gambar 2. 18	Pengausan (Polished Agregat)	22
Gambar 2. 19	Kegemukan (Bleeding/Flushing)	23
Gambar 2. 20	Penurunan pada Bekas Utilitas (Utility Cut Depression)	23
Gambar 2. 21	Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) dan Tingkat Kerusakan	46
Gambar 2. 22	Konsep Sistem Elastis Multi Layer Pada Perkerasan Lentur	50
Gambar 2. 23	Modulus Elastisitas (E)	51
Gambar 2. 24	Tampilan Awal Program KENPAVE	54
Gambar 2. 25	Lokasi Tegangan dan Regangan Kritis Perkerasan Lentur	54
Gambar 2. 26	Tampilan Awal Tools LAYERINP	56
Gambar 2. 27	Menu General	57
Gambar 2. 28	Tampilan Menu Zcoord	58
Gambar 2. 29	Tampilan Menu Layer	59
Gambar 2. 30	Tampilan Menu Interface	59
Gambar 2. 31	Tampilan Menu Modulus Elastisitas	60
Gambar 2. 32	Tampilan Menu Load	60
Gambar 3. 1	Peta Lokasi Penelitian	67
Gambar 3. 2	Form Survei Lapangan	69
Gambar 3. 3	Bagan Alir Penelitian	71
Gambar 4. 1	Pengausan	75
Gambar 4. 2	Sungkur	75
Gambar 4. 3	Pelepasan Lapisan	76
Gambar 4. 4	Retak Memanjang Dan Melintang	76
Gambar 4. 5	Kegemukan	76
Gambar 4. 6	Lubang	76
Gambar 4. 7	Retak Rambut	76
Gambar 4. 8	Pengukuran Dimensi Kerusakan Lubang	77

Gambar 4. 9	Pengukuran Kedalaman Kerusakan Lubang	77
Gambar 4. 10	Pengukuran Dimensi Kerusakan Pelepasan Lapisan.....	77
Gambar 4. 11	Pengukuran Dimensi Kerusakan Pelepasan Lapisan.....	77
Gambar 4. 12	Pengukuran Dimensi Kerusakan Pengausan	78
Gambar 4. 13	Pengukuran Dimensi Kerusakan Pengausan	78
Gambar 4. 14	Pengukuran Dimensi Kerusakan Retak Kulit Buaya.....	78
Gambar 4. 15	Pengukuran Dimensi Kerusakan Retak Kulit Buaya	78
Gambar 4. 16	Pengukuran Dimensi Kerusakan Retak Rambut	78
Gambar 4. 17	Deduct Value Pengausan	86
Gambar 4. 18	Deduct Value Retak Kulit Buaya	87
Gambar 4. 19	Grafik Hubungan Nilai CDV dan TDV	88
Gambar 4. 20	Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) dan Tingkat Kerusakan pada STA 0+920-0+970	89
Gambar 4. 21	Grafik Nilai PCI Jalur Kiri	90
Gambar 4. 22	Kerusakan Lubang STA 1+620-1+670	91
Gambar 4. 23	Kerusakan Pengausan STA 1+620-1+670	91
Gambar 4. 24	Kerusakan Retak Kulit Buaya STA 1+620-1+670.....	91
Gambar 4. 25	Kerusakan Lubang STA 1+820-1+8700	92
Gambar 4. 26	Kerusakan Pelepasan Lapisan STA 1+820-1+8700.....	92
Gambar 4. 27	Kerusakan Pengausan STA 1+820-1+8700	92
Gambar 4. 28	Kerusakan Retak Kulit Buaya STA 1+820-1+8700.....	92
Gambar 4. 29	Kerusakan Retak Rambut STA 1+820-1+8700.....	92
Gambar 4. 30	Kerusakan Pengausan 2+020-2+070	93
Gambar 4. 31	Kerusakan Retak Kulit Buaya 2+020-2+070	93
Gambar 4. 32	Kerusakan Retak Rambut 2+020-2+070	93
Gambar 4. 33	Grafik Nilai PCI Jalur Kanan	94
Gambar 4. 34	Kerusakan Retak Kulit Buaya 0+970-1+020	95
Gambar 4. 35	Kerusakan Pengausan 0+970-1+020	95
Gambar 4. 36	Kerusakan Alur 1+670-1+720.....	95
Gambar 4. 37	Kerusakan Bergelombang 1+670-1+720.....	95
Gambar 4. 38	Kerusakan Pengausan 1+670-1+720	96
Gambar 4. 39	Kerusakan Retak Kulit Buaya 1+670-1+720	96
Gambar 4. 40	Kerusakan Retak Pinggir 1+670-1+720	96
Gambar 4. 41	Kerusakan Retak Rambut 1+670-1+720	96
Gambar 4. 42	Kerusakan Sungkur 1+670-1+720.....	96
Gambar 4. 43	Grafik Nilai IRI Jalur Kanan dan Kiri	97
Gambar 4. 44	Grafik Regresi Linear PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kiri.....	98
Gambar 4. 45	Grafik Regresi Linear PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kanan.....	100
Gambar 4. 46	Tampilan Menu LAYERINP.....	104
Gambar 4. 47	Letak Titik Tinjauan	105
Gambar 4. 48	Data Input Menu Layer	106
Gambar 4. 49	Data Input Menu Moduli	106
Gambar 4. 50	Data Input Menu Load.....	107

Gambar 4. 51 Data Input Menu NPT	108
Gambar 4. 52 Kontrol Analisis Beban Lalu Lintas Terhadap Repetisi Beban Dengan Program Kenpave.....	110
Gambar 4. 53 Grafik Nilai PCI dan IRI	112
Gambar 4. 54 Grafik Nilai PCI dan IRI	113



Evaluasi Nilai Perkerasan Jalan Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dan IRI (International Roughness Index) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, Km 0+920 – Km 2+120)

ABSTRAK

Pertumbuhan kendaraan setiap tahun selalu meningkat dengan signifikan yang menyebabkan beban volume jalan juga meningkat. Jalan yang menampung melebihi kapasitas jalan akan mengalami penurunan kualitas jalan. Penurunan kualitas tersebut dapat diketahui dari berbagai indikator, salah satunya dari keadaan permukaan perkerasan jalan dari segi fungsional dan struktural. Untuk mencapai umur layan jalan dibutuhkan evaluasi untuk memahami keadaan jalan yang ditinjau masih baik atau sudah mengalami penurunan.

Evaluasi kondisi perkerasan jalan pada Tugas Akhir ini digunakan metode PCI (Pavement Condition Index), IRI (International Roughness Index), dan program KENPAVE. Ketiga metode tersebut digunakan oleh Bina Marga untuk mengevaluasi suatu kondisi jalan. Data primer didapatkan pada survey langsung di lokasi penelitian, lalu untuk data sekunder didapatkan dari dinas terkait.

Hasil penelitian menunjukkan hasil nilai PCI terparah jalur kanan terdapat pada STA 0+970-1+020 dengan nilai PCI 51 “Buruk” dan STA 1+670-1+720 dengan nilai PCI 50 “Buruk”. Kerusakan terparah jalur kiri terdapat pada STA 1+620-1+670 dengan nilai PCI 49 “Buruk”, STA 2+020-2+070 dengan nilai PCI 48 “Buruk”, dan STA 1+820-1+870 dengan nilai PCI 38 “Sangat Buruk”. Untuk hasil IRI jalur kanan diperoleh nilai rata-rata 2,48 yang dikategorikan “Baik” dan jalur kiri diperoleh nilai rata-rata 2,38 yang dikategorikan “Baik”. Hasil KENPAVE penunjukan kerusakan *rutting* dan *deformation* pada tahun ke-10.

Kata Kunci: *evaluasi perkerasan; PCI; IRI; KENPAVE*

Evaluation of Road Pavement Value with PCI (Pavemen Condition Index) and IRI (International Roughness Index) Methods (Case Study: National Road Section Surakarta City Border - Kartasura, Km 0+920 - Km 2+120)

ABSTRACT

The growth of vehicles every year always increases significantly which causes the volume load of the road to also increase. Roads that accommodate more than the road capacity will experience a decrease in road quality. The decline in quality can be known from various indicators, one of which is the state of the pavement surface in terms of functional and structural. To achieve the service life of the road, an evaluation is needed to understand whether the road under review is still good or has decreased.

The evaluation of pavement conditions in this Final Project used the PCI (Pavement Condition Index) method, IRI (International Roughnes Index), and the KENPAVE program. These three methods are used by Bina Marga to evaluate road conditions. Primary data was obtained in a direct survey at the research location, then secondary data was obtained from the relevant agencies.

The results showed that the worst PCI value for the right lane was at STA 0+970-1+020 with a PCI value of 51 "Poor" and STA 1+670-1+720 with a PCI value of 50 "Poor". The worst damage to the left lane is at STA 1+620-1+670 with a PCI value of 49 "Poor", STA 2+020-2+070 with a PCI value of 48 "Poor", and STA 1+820-1+870 with a PCI value of 38 "Very Poor". For the IRI results, the right lane obtained an average value of 2.48 which was categorized as "Good" and the left lane obtained an average value of 2.38 which was categorized as "Good". KENPAVE results show rutting and deformation damage in year 10.

Keywords: *pavement evaluation; PCI; IRI; KENPAVE*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah sarana penunjang mobilitas kegiatan antara suatu lokasi menuju lokasi lain. Jalan berperan vital terkait berbagai kegiatan manusia. Mulai dari ekonomi, budaya, hingga sosial sangat dipengaruhi oleh keberadaan jalan.

Dalam UU Jalan No.13/1980 dijelaskan bahwa hakikatnya jalan sangat penting adanya karena dalam usaha pembinaan kesatuan dan persatuan diwujudkan dengan pembangunan menyeluruh dan berkelanjutan . Dari kutipan UU tersebut dapat dikatakan bahwa keberadaan jalan merupakan satu komponen penting dalam mencapai tujuan nasional. Terutama jika kondisi jalan yang ada memiliki kualitas yang baik maka mobilisasi menjadi optimal.

Jalan yang memiliki nilai layanan yang baik adalah yang jalan yang mendesak dilaksanakannya pemeliharaan dan dikelola secara sistematis (Henri Siswanto et al. 2016). Jalan yang memiliki nilai layanan yang baik akan memberikan dorongan produktivitas terhadap penggunaannya. Produktivitas yang meningkat tentunya akan mempengaruhi perkembangan dan kemajuan dari banyak sektor kegiatan manusia.

Pertumbuhan volume lalu lintas setiap tahun selalu bertambah secara signifikan yang menyebabkan beban volume jalan juga meningkat. Jalan yang menampung melebihi kapasitas jalan tersebut akan mengalami penurunan kualitas jalan. Penurunan kualitas tersebut bisa didapat dari beberapa faktor, seperti kondisi permukaan jalan yang dapat dibagi lagi dalam struktural maupun fungsional.

Untuk mencapai umur layanan jalan dibutuhkan evaluasi yang dimaksudkan untuk memahami suatu perkerasan masih baik ataupun sudah mengalami penurunan. Apabila jalan sudah mengalami penurunan maka perlu diadakan peningkatan. Evaluasi kondisi perkerasan jalan dapat menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan IRI (*International Roughness Index*). Kedua metode tersebut digunakan oleh Bina Marga untuk mengevaluasi suatu kondisi jalan. PCI merupakan satu metode pengukuran untuk menjelaskan keadaan perkerasan jalan, dilandasi suatu penglihatan langsung pada jenis, tingkat keparahan, dan sebaran kerusakan jalan (Surat Edaran Menteri PUPR 19/SE/M/2016). Sedangkan IRI

adalah suatu metode untuk mendapatkan nilai ketidakrataan pada ruas memanjang jalan (Pedoman Survey Pengumpulan Kondisi Jaringan Jalan, Bina Marga, 2021).

Penurunan kualitas dan fungsi jalan yang demikian juga ditemui di Jalan Nasional Surakarta – Kartasura, yang merupakan jalan penghubung yang menghubungkan kota Yogyakarta dengan Surabaya melalui Kartasura. Ruas jalan ini mempunyai volume dan beban lalu lintas yang tergolong tinggi sehingga menyebabkan kerusakan pada sejumlah titik. Kerusakan di beberapa titik ini dapat berpengaruh pada kenyamanan berkendara dan bahkan bisa membahayakan keselamatan dari pengguna jalan itu sendiri.

Dari pernyataan di atas, dilaksanakannya evaluasi perkerasan jalan pada Ruas Surakarta – Kartasura sangat penting untuk mengetahui angka kondisi perkerasan jalan serta dapat menjadi rujukan pemeliharaan dan peningkatan di kemudian hari.

1.2 Rumusan Masalah

Menurut paparan tersebut, adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai kondisi perkerasan jalan pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120 dengan metode PCI (*Pavement Condition Index*) ?
2. Bagaimana nilai kondisi perkerasan jalan pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120 dengan metode IRI (*International Roughnes Index*) ?
3. Bagaimana hasil perbandingan nilai antara kedua metode PCI dan IRI ?
4. Bagaimana nilai respon tegangan – regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120 dengan menggunakan program KENPAVE?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui jenis kerusakan yang terjadi di Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120.

2. Mendapatkan nilai evaluasi kerusakan Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120 dengan metode PCI (*Pavement Condition Index*).
3. Mendapatkan nilai evaluasi kerusakan Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120 dengan metode IRI (*International Roughnes Index*).
4. Mendapatkan nilai perbandingan dari hasil analisa nilai kondisi perkerasan antara metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan IRI (*International Roughnes Index*).
5. Mendapatkan nilai respon tegangan – regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120 dengan menggunakan program KENPAVE.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Menambah referensi mengenai evaluasi kerusakan perkerasan jalan, melalui analisis kondisi perkerasan jalan tersebut.
2. Memberikan masukan kepada Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional berupa data kerusakan jalan pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120, yang dapat digunakan untuk perencanaan perbaikan di ruas jalan tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Pembahasan masalah pada laporan ini memerlukan batasan-batasan tertentu agar mendapat jalan keluar yang tepat dengan permasalahan yang ada. Batasan tersebut adalah :

1. Lokasi Penelitian berada pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120.
2. Jenis perkerasan yang digunakan pada penelitian ini yaitu perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) saja.
3. Analisis kerusakan perkerasan dengan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan IRI (*International Roughnes Index*).
4. Pada penelitian ini hanya membahas tentang evaluasi perkerasan saja dan tidak membahas tentang rencana perbaikannya.

5. Beban lalu lintas yang diperhitungkan dalam keadaan normal, beban *overload* tidak diperhitungkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penelitian ini dibagi dalam beberapa bab, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Bagian ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, maksud, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bagian yang berisi kajian atau teori yang dijadikan sebagai acuan informasi pembahasan.

BAB III : METODE PENELITIAN

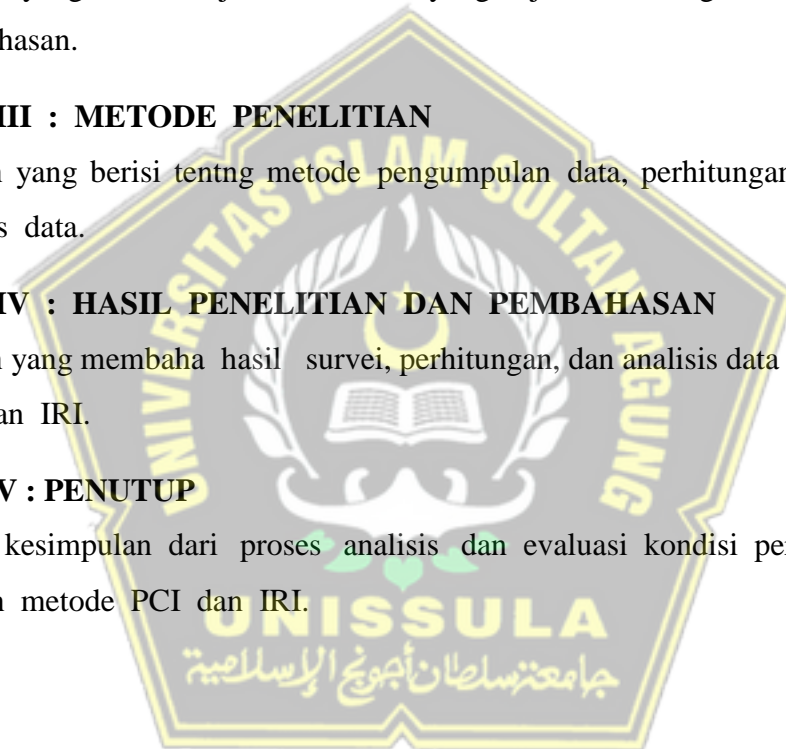
Bagian yang berisi tentang metode pengumpulan data, perhitungan, dan metode analisis data.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian yang membahas hasil survei, perhitungan, dan analisis data dari metode PCI dan IRI.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan dari proses analisis dan evaluasi kondisi perkerasan jalan dengan metode PCI dan IRI.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan

Pengelompokan jalan di Indonesia berdasarkan Bina Marga dalam Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) No.13/P/BM/2021 dikelompokkan sebagai menurut peruntukkan, sistem jaringan jalan, status jalan, fungsi jalan, dan klasifikasi jalan berdasarkan kelas jalan.

2.1.1 Klasifikasi Berdasarkan Peruntukan Jalan

Jalan diperuntukkan sebagai berikut:

- a. Kelas umum, merupakan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas umum yang dikelola oleh dinas.
- b. Jalan khusus, yaitu jalan yang hanya diperuntukkan pada kebutuhan dan kemaslahatan langsung kepada individu, suatu kelompok masyarakat, badan usaha, atau suatu instansi.

2.1.2 Klasifikasi Berdasarkan Status Jalan

Menurut statusnya, Jalan dikelompokkan menjadi 5, yaitu:

- a. Jalan Nasional, yaitu jalan umum yang dikelola pemerintah pusat, terdiri dari:
 1. Jalan Arteri Primer
 2. Jalan Kolektor Primer
 3. Jalan Tol
 4. Jalan Strategis Nasional
- b. Jalan Provinsi, yaitu jalan umum yang dikelola pemerintah provinsi yang terdiri dari:
 1. Jalan kolektor primer sebagai penghubung antara ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten/ kota
 2. Jalan kolektor primer sebagai penghubung ibu kota Kabupaten/ kota
 3. Jalan Strategis Provinsi
 4. Jalan di Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta

- c. Jalan Kabupaten, yaitu jalan umum yang dikelola pemerintah Kabupaten yang terbagi atas:
 - 1. Jalan kolektor primer yang bukan termasuk jalan nasional dan jalan provinsi.
 - 2. Jalan lokal primer, penghubung antara ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat desa, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kecamatan dengan desa, dan antar desa.
 - 3. Jalan sekunder yang bukan termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder intra kota.
 - 4. Jalan Strategis Kabupaten.
- d. Jalan kota, yaitu jalan umum yang dikelola oleh pemerintah kota dan berada dalam jaringan dalam kota.
- e. Jalan desa, yaitu jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten yang terdiri dari jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang bukan termasuk jalan kabupaten, berada dalam kawasan pedesaan, dan menghubungkan kawasan dan atau antar pemukiman di dalam desa.

2.1.3 Klasifikasi Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

Berdasarkan sistem jaringan jalan, jalan dikelompokkan menjadi:

- a. Sistem jaringan jalan primer, berperan sebagai penghubung pusat-pusat kegiatan yang biasanya berbentuk kota dan berada di luar kota dikelompokkan sebagai jalan antar kota.
- b. Sistem jaringan jalan sekunder, berperan sebagai penghubung pusat-pusat kegiatan yang biasa berbentuk kawasan di dalam kota dikelompokkan sebagai jalan perkotaan.

2.1.4 Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Jalan

2.1.4.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya Dalam Sistem Jaringan Jalan Primer

- a. Jalan arteri primer, berperan sebagai penghubung antar pusat kegiatan nasional, atau antar pusat kegiatan nasional ke daerah.

- b. Jalan kolektor primer, berfungsi sebagai penghubung antar pusat aktivitas nasional dengan pusat aktivitas lokal, antara pusat aktivitas wilayah, atau antara pusat aktivitas wilayah ke lokal, yang melayani lalu lintas jarak sedang.
- c. Jalan lokal primer, berfungsi sebagai penghubung pusat aktivitas nasional ke pusat aktivitas lokal, pusat aktivitas wilayah dengan pusat aktivitas lingkungan, antar pusat aktivitas lokal, pusat aktivitas lokal dengan pusat aktivitas lingkungan, dan antar pusat aktivitas lingkungan. Melayani angkutan sekitar dengan perjalanan jarak dekat.
- d. Jalan lingkungan primer, berfungsi sebagai penghubung antara pusat aktivitas di daerah pedesaan dan di dalam lingkungan daerah pedesaan.

2.1.4.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya Dalam Sistem Jaringan Jalan Sekunder

- a. Jalan arteri sekunder, berfungsi sebagai penghubung daerah primer dengan daerah sekunder pertama, antar daerah sekunder pertama dengan daerah sekunder kedua.
- b. Jalan kolektor sekunder, berfungsi sebagai penghubung antar daerah sekunder kedua, antara daerah sekunder kedua dengan daerah sekunder ketiga.
- c. Jalan lokal sekunder, berfungsi sebagai penghubung daerah sekunder pertama dengan perumahan, daerah sekunder kedua dengan perumahan, daerah sekunder ketiga dengan perumahan.
- d. Jalan lingkungan sekunder, berfungsi sebagai penghubung antar perumahan dalam daerah perkotaan.

2.1.5 Klasifikasi Berdasarkan Kelas Jalan

2.1.5.1 Klasifikasi Berdasarkan Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan

- a. Jalan Bebas Hambatan (JBH) yaitu jalan publik yang menjalankan lalu lintas secara berkelanjutan dengan pengaturan jalur masuk secara penuh, tanpa persimpangan sebidang, lengkap dengan pagar rumija, median, paling tidak memiliki dua lajur setiap arah, dan lebar lajur paling tidak 3,5 m.

- b. Jalan Raya (JRY) yaitu jalan publik yang menjalankan lalu lintas secara berkelanjutan dengan pengaturan jalan masuk secara terbatas, memiliki median, paling tidak mempunyai dua lajur setiap arah dengan lebar lajur tetap paling kecil 3,5 m.
- c. Jalan Sedang (JSD) yaitu jalan publik yang menjalankan lalu lintas jarak sedang, paling tidak mempunyai dua lajur untuk dua arah dengan lebar jalur tetap paling tidak 7 m.
- d. Jalan Kecil (JKC) yaitu jalan publik yang menjalankan lalu lintas setempat paling tidak mempunyai dua lajur untuk dua arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5m.
- e. Jalan Lalu Lintas Rendah (JLR) yaitu jalan publik yang menjalankan lalu lintas rendah dengan $LHRT_d < 2000$ smp/ hari, paling sedikit mempunyai satu lajur untuk dua arah dengan lebar jalur paling sedikit 4 m.

2.1.5.2 Klasifikasi Berdasarkan Penggunaan Jalan

Jalan berdasarkan penggunaan jalan dibagi menjadi empat. Dapat dijelaskan dalam tabel 2.1

Tabel 2. 1 Kelas Jalan Sesuai Penggunaan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan (m)			Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Lebar	Panjang	Tinggi	
Kelas I	Arteri, Kolektor	$\leq 2,55$	$\leq 18,0$	$\leq 4,2$	10
Kelas II	Arteri, Kolektor,	$\leq 2,55$	$\leq 12,0$	$\leq 4,2$	8
Kelas III	Lokal, dan Lingkungan	$\leq 2,2$	$\leq 9,0$	$\leq 3,5$	8 *)
Kelas Khusus	Arteri	$> 2,55$	$> 18,0$	$\leq 4,2$	> 10

(Catatan : *) dalam keadaan tertentu dapat kurang dari 8 ton

(Sumber : PDGJ No.13/P/BM/2021)

2.2 Perkerasan Lentur

Perkerasan fleksibel atau lentur yaitu tipe perkerasan yang sangat sering dijumpai di Indonesia. Perkerasan fleksibel ini memakai material campuran aspal sebagai penyusun dominan pada strukturnya. Perkerasan lentur tersusun atas lapis permukaan atau *surface cours* yang dibagi menjadi lapis atas atau *wearing course* dan lapis pengikat atau *binder course* yang dihampar secara terpisah. Di bawahnya adalah lapis pondasi atau *base course* yang dibagi atas lapis pondasi atas atau *upper base* dan lapis pondasi bawah atau *lower base*. Lapisan yang terbawah yaitu lapis pondasi bawah atau *subbase course* terdiri atas pondasi bawah bagian atas atau *upper subbase* dan pondasi bawah bagian bawah atau *lower subbase*.



Gambar 2. 1 Susunan Perkerasan Lentur

(Sumber : MDPJ 2017 No.2/M/BM/2017)

2.3 LHR

Menurut TPGJAK 1997 lalu lintas harian rata-rata merupakan kapasitas keseluruhan yang melalui suatu titik tinjauan untuk kedua arah dalam satu tahun dibagi dengan jumlah hari dalam setahun. LHR dihitung dengan menjumlah setiap tipe kendaraan yang lewat pada kedua arah yang berbeda. LHR biasanya dinyatakan dalam satuan smp/hari.

2.3.1 Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas dapat didasarkan pada data sejarah pertumbuhan lalu lintas yang ada atau persamaan korelasi dengan pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak menemukan data-data tersebut, maka bisa digunakan tabel yang tersedia di MDPJ tahun 2017.

Tabel 2. 2 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)(%) (2015-2035)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

(Sumber; MDPJ 2017 No.2/M/BM/2017)000

Penghitungan dengan faktor pertumbuhan kumulatif dilakukan untuk menentukan pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana.

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

2.4 Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur

Berdasarkan Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Retak (*Cracks*)
2. Distorsi (*Distortion*)
3. Cacat permukaan (*Disintegration*)
4. Pengausan (*Polished Agregate*)
5. Kegemukan (*Bleeding Of Flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*Utility Cut Depression*)

2.4.1 Retak (*Cracks*)

Retak merupakan ciri kerusakan yang dapat mengalirkan air pada permukaan perkerasan hingga lapisan di bawahnya sekaligus hal ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan luas serta parah suatu kerusakan. Di dalam fokus studi mekanika retak diperkirakan terdapat bagian yang tidak kokoh pada material. Saat peristiwa pembebanan terdapat tegangan yang tidak sama dengan bagian yang lain yang dapat mengakibatkan retak dan berkembang secara menyeluruh. Retak yang timbul pada permukaan jalan dibedakan menjadi:

2.4.1.1 Retak Rambut (*Hair Cracks*)

Retak rambut memiliki lebar celah ≤ 3 mm. Sifat perkembangannya dapat setempat atau meluas pada permukaan jalan.

Kemungkinan terjadinya retak rambut disebabkan :

- a. Material perkerasan jelek.
- b. Pelapukan permukaan.
- c. Terdapat air tanah dalam struktur perkerasan jalan.
- d. Tanah dasar/ lapisan dibawah permukaan kurang solid.

Apabila retak rambut tidak segera diperbaiki maka dapat berkembang menjadi retak kulit buaya (*Alligator Crack*).



Gambar 2. 2 Retak Rambut (*Hair Cracks*)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.4.1.2 Retak Kulit Buaya (*Alligator Crack*)

Retak berwujud celah jaringan yang tersusun oleh bidang bersegi banyak dengan celah keretakan lebih dari 3 mm dan terhubung membentuk jaringan seperti kulit buaya. Jika jalan mengalami retak kulit buaya luas, kemungkinan diakibatkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melebihi beban yang dapat diakomodasi oleh lapisan permukaan tersebut.

Potensi pemicu retak kulit buaya antara lain:

- a. Material perkerasan jelek.
- b. Terjadi pelapukan pada permukaan.
- c. Tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis perkerasan kurang stabil, terdapat air tanah dalam struktur perkerasan jalan.

Dampak panjang dari retak kulit buaya dapat menyebabkan kerusakan setempat serta merata pada perkerasan dan terjadi pelepasan butiran sehingga membentuk lubang.

Untuk penanganan dapat menggunakan labura aspal dua lapis (burda), laburan aspal satu lapis (burtu), ataupun lapisan tipis aspal beton (lataston). Namun, jika celah ≤ 3 mm, sepatutnya bagian jalan yang timbul retak kulit buaya dikupas, lalu dilapisi ulang menggunakan material yang standar.



Gambar 2.3 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracks*)

(Sumber: Google Image)

2.4.1.3 Retak Pinggir (*Edge Cracks*)

Retak pinggir merupakan salah satu kerusakan jalan dimana terdapat keretakan memanjang sejajar jalur lalu lintas dan terletak di tepi/pinggir perkerasan berdekatan bahu jalan. Retak pinggir juga dapat terjadi karena sejumlah celah yang saling sejajar.

Kemungkinan pemicu dari retak pinggir antara lain :

- a. Kurangnya daya dukung dari sisi samping.
- b. Sitem drainase yang jelek.
- c. Terjadi susutan tanah dibawah perkerasan.
- d. Tumbuhnya akar tanaman ditepi perkerasan.
- e. Bergesernya pondasi dan kondisi tanah yang kurang baik.
- f. Dalam jangka panjang apabila tidak segera diperbaiki, retak ini akan mengganggu kenyamanan pengendar adan menyebabkan pengelupasan butiran sehingga membentuk sebuah lubang.

Cara perbaikan retak pinggir dengan memenuhi retakan dengan campuran aspal cair dan pasir. Pemeliharaan juga harus disertai dengan perbaikan drainase,

pelebaran, pemadatan bahu dan perbaikan elevasi menggunakan *hotmix* apabila terjadi penurunan elevasi dibagian pinggir.



Gambar 2. 4 Retak Pinggir (*Edge Cracks*)

(*Sumber: Google Image*)

2.4.1.4 Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan (*Edge Joint Cracks*)

Retak ini biasanya muncul di bagian sambungan perkerasan dengan bahu yang beraspal. Retak ini berwujud retak memanjang (*Longitudinal Cracks*) yang umumnya timbul pada permukaan bahu beraspal.

Retak ini biasanya tersusun dengan sejumlah celah yang saling sejajar.

Umumnya disebabkan oleh :

- a. Beda tinggi antara bahu beraspal dengan perkerasan.
- b. Susutan material bahu/ badan perkerasan jalan.
- c. Drainase yang jelek.
- d. Material jelek .
- e. Roda kendaraan berat yang melalui bahu aspal.

Retak sambungan bahu dan perkerasan bila dibiarkan dapat berkembang menjadi luas sekaligus diikuti oleh pelepasan butiran pada tepi retak. Pemeliharaan dengan memenuhi retakan dengan campuran aspal cair dan pasir.



Gambar 2. 5 Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan (*Edge Joint Cracks*)

(*Sumber: Google Image*)

2.4.1.5 Retak Sambungan Jalan (*Lane Joint Cracks*)

Retak ini timbul pada sambungan dua jalur lalu lintas dan berwujud retak memanjang (*Longitudinal Cracks*). Retak ini tersusun oleh sejumlah celah yang saling sejajar. Umumnya diakibatkan oleh ketersambungan dua jalur yang jelek. Kerusakan dapat berlanjut meluas atau hanya setempat, mengurangi faktor nyaman berkendara, butiran terlepas pada pinggir yang melebar. Pemeliharaan dengan memenuhi campuran aspal cair dan pasir kedalam celah retakan.



Gambar 2. 6 Retak Sambungan Jalan (*Lane Joint Cracks*)

(Sumber: Google Image)

2.4.1.6 Retak Sambungan Pelebaran Jalan (*Widening Cracks*)

Kerusakan yang berupa retak memanjang yang timbul pada sambungan antara perkerasan lama dengan pekerasan pelebaran jalan. Retak ini dapat tersusun dari sejumlah celah yang saling sejajar yang nantinya meresapkan air pada lapisan perkerasan.

potensi pemicu : *جامعته سلطان أبوبوع الإسلامية*

- a. Keterikatan antara sambungan yang jelek.
- b. Beda kuat daya tahan perkerasan jalan pelebaran dan jalan lama.

Apabila tidak ditangani dengan segera, air dapat mengisi ke dalam lapisan perkerasan yang akan menyebabkan terlepasnya butir-butir perkerasan dan retak akan membesar.



Gambar 2. 7 Retak Sambungan Pelebaran Jalan (*Widening Cracks*)

(*Sumber: Google Image*)

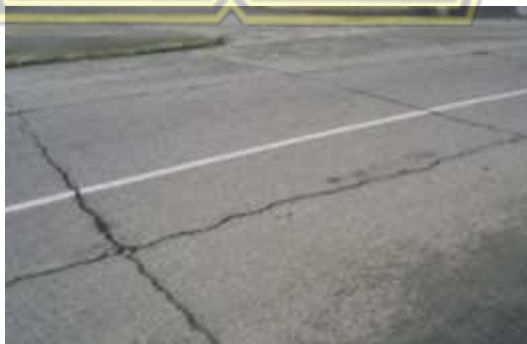
2.4.1.7 Retak Refleksi (*Reflection Cracks*)

Retak yang timbul pada lapisan tambahan (*overlay*), dapat berwujud memanjang, diagonal, melintang, maupun kotak yang mendeskripsikan pola retakan perkerasan dibawahnya. Retak ini timbul jika retak pada perkerasan lama tidak dilakukan pemeliharaan dengan benar pra *overlay* dilakukan.

Potensi pemicu :

- a. Pergeseran lapis tambahan karena ditopang pada tanah ekspansif dan mengalami perubahan kadar air.
- b. Beda elevasi mulai dari badan jalan hingga struktur perkerasan.

Kerusakan ini dapat berkembang hingga pisahnya butiran pada tepi retak yang mengakibatkan kerusakan semakin parah. Pada retak dilakukan pengisian celah menggunakan campuran aspal cair dengan pasir. Untuk retak berbentuk kotak, pemeliharaan dilakukan dengan mengganti lalu melapisi ulang dengan bahan standar.



Gambar 2. 8 Retak Refleksi (*Reflection Cracks*)

(*Sumber: Google Image*)

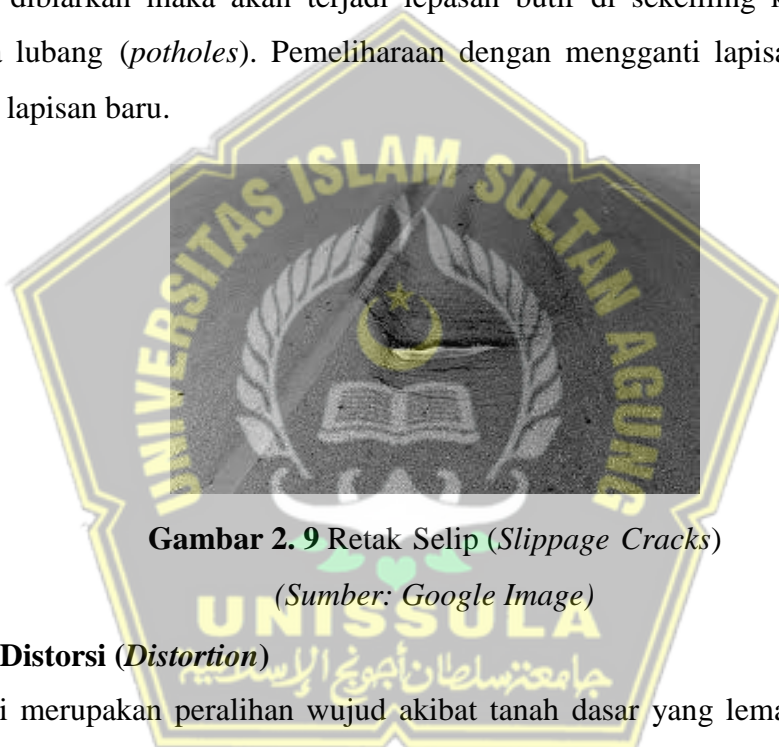
2.4.1.8 Retak Selip (*Slippage Cracks*)

Wujud kerusakan berkelok sabit dan seperti tapak roda kendaraan diiringi dengan beberapa retak. terkadang timbul sungkur (*shoving*) dalam waktu yang sama.

potensi pemicu :

- a. keterikatan antar lapisan perkerasan jelek karena kurangnya aspal atau permukaan kotor.
- b. Penggunaan pasir terlampau berlebih.
- c. Lapis permukaan kurang solid/ terlalu tipis.
- d. Proses hampar aspal pada temperatur rendah.

Jika dibiarkan maka akan terjadi lepasan butir di sekeliling kerusakan lalu tercipta lubang (*potholes*). Pemeliharaan dengan mengganti lapisan yang rusak dengan lapisan baru.



Gambar 2. 9 Retak Selip (*Slippage Cracks*)

(Sumber: Google Image)

2.4.2 Distorsi (*Distortion*)

Distorsi merupakan peralihan wujud akibat tanah dasar yang lemah dan kurang optimalnya pemadatan pada lapis pondasi sehingga terjadi pemadatan lanjutan karena beban lalu lintas. Sebelum melakukan pemeliharaan, perlu ditetapkan tipe seta pemicu distorsi terlebih dahulu agar bisa dilakukan pemeliharaan dengan benar. Berpedoman pada AUSTROADS (1987) dan Shahnin (1994) berikut beberapa jenis deformasi perkerasan lentur:

2.4.2.1 Alur (*Ruts*)

Alur yaitu deformasi permukaan perkerasan aspal dengan wujud turunnya perkerasan ke arah longitudinal atau memanjang pada jalur roda kendaraan

yang disebabkan beban lalu lintas secara kontinyu pada jalur roda sejajar dengan as jalan, umumnya mudah terlihat saat hujan.

Faktor penyebab kerusakan alur (*ruts*) adalah :

- a. Kurang padatnya lapis perkerasan.
- b. repetisi beban lalu lintas pada jalur roda yang menyebabkan penambahan pemadatan.
- c. Terjadi deformasi plastis karena campuran aspal dengan stabilitas yang rendah.
- d. Faktor lalu lintas (volume kendaraan, beban gandar, dan kecepatan).
- e. Bahan tidak standar.



Gambar 2. 10 Alur (*Ruts*)

(Sumber: Google Image)

2.4.2.2 Bergelombang/Keriting (*Corrugation*)

Bergelombang atau keriting disebabkan oleh kerusakan elastis yang menimbulkan gelombang melintang atau tegak lurus arah perkerasan. Umumnya ditemukan di daerah lalu lintas kerap melakukan *stop and go* maupun saat melakukan pengereman pada spot tikungan, persimpangan, dan turunan.

potensi pemicu kerusakan gelombang/keriting :

- a. Kurang stabilnya campuran karena kadar aspal yang terlampaui tinggi.
- b. Teralu banyak mengandung agregat halus, agregat mayoritas bulat dan licin, semen aspal terlampaui lunak, kadar air terlalu tinggi.
- c. Lalu lintas melintas sebelum perkerasan siap.
- d. Penetrasi aspal terlalu tinggi.

Kerusakan ini dapat dilakukan pemeliharaan :

- a. Lapisan yang terdapat pondasi agregat, dikupas kembali, dicampur dengan lapis pondasi, dipadatkan lalu ditambahkan lapisan baru.
- b. Jika bahan pengikat memiliki ketebalan lebih dari 5 cm maka harus dikupas lalu dihampar lapisan baru.



Gambar 2. 11 Bergelombang/Keriting (*Corrugation*)

(*Sumber: Google Image*)

2.4.2.3 Sungkur (*Shoving*)

Kerusakan sungkur yaitu salah satu deformasi pada lapisan aspal yang berasal dari penurunan plastis setempat. Kerusakan ini umumnya timbul di daerah lalu lintas sering berhenti, turunan curam, dan belokan tajam.

Potensi pemicu kerusakan sungkur adalah:

- a. Tidak stabinya campuran aspal disebabkan kadar aspal yang tinggi, terlampau banyak agregat halus, wujud agregat tidak mengalami ikatan, semen aspal terlampau lunak.
- b. Tebal perkerasan kurang.



Gambar 2. 12 Sungkur (*Shoving*)

(*Sumber: Dokumentasi Pribadi*)

2.4.2.4 Amblas (*Grade Depression*)

Kerusakan amblas yaitu salah satu deformasi pada lapisan aspal yang timbul setempat. Kerusakan ini dapat terlihat apabila terjadi genangan pada saat hujan. Penyebab dari amblas adalah terjadinya penurunan pada lapisan dibawahnya karena tanah dasar mengalami *settlement* atau bisa disebabkan karena jalan yang dilewati kendaraan yang melebihi batas maksimum yang dianjurkan. Perbaikan kerusakan amblas dapat dilakukan dengan :

- a. Jika terjadi amblas < 5 cm maka sisi yang amblas diberi dengan bahan yang cocok seperti lapis penetrasi, lapisan tipis aspal beton dan lapis beton.
- b. Jika terjadi amblas > 5 cm, maka sisi yang amblas dikupas lalu dilapisi ulang dengan standar.



Gambar 2. 13 Amblas (*Grade Depression*)

(*Sumber: Google Image*)

2.4.2.5 Jembul (*Upheaval*)

Jembul umumnya timbul setempat, di tempat lalu lintas kerap *stop and go*, dapat dibarengi dengan retak. Lapis permukaan terlihat muncul keluar daripada sekitarnya. Dapat timbul karena tanah ekspansif di bagian bawah yang mengembang serta beban lalu lintas yang tidak bisa diakomodasi oleh perkerasan.



Gambar 2. 14 Jembul (*Upheaval*)

(Sumber: Google Image)

2.4.3 Cacat Permukaan (*Disintegration*)

Cacat permukaan yang dimaksud adalah deformasi yang timbul dengan cara kimia maupun mekanis dari lapis perkerasan. Berikut beberapa jenis kerusakan yang termasuk dalam cacat permukaan:

2.4.3.1 Lubang (*Potholes*)

Lubang adalah lekukan kerusakan pada lapis permukaan yang disebabkan dari terkikisnya lapis aus dari lapis pondasi.

Lubang dapat timbul dalam bentuk berupa cekungan dengan dimensi yang bervariasi. Lubang-lubang ini dapat mengalirkan air dari keretakannya menuju ke lapisan di bawahnya yang dapat memperparah kerusakan.

Potensi pemicu kerusakan lubang:

- a. Bahan campuran kurang baik, misalnya:
 - 1) Rendahnya kadar aspal sehingga lapisan aus mudah terkikis karena tipis.
 - 2) Keterikatan aspal dengan agregat buruk karena kotor.
 - 3) Suhu campuran aspal tidak standar.
- b. Faktor cuaca yang dapat mengikis lapisan tipis lapis permukaan.
- c. Tidak mengalirnya air pada permukaan jalan karena drainase jelek dan menggenang di perkerasan.
- d. Kurangnya pemeliharaan terhadap retak yang dapat menyebabkan timbulnya lubang karena retakan.

Pemeliharaan pada kerusakan lubang yaitu dengan pengupasan pada daerah lubang lalu dilapisi kembali dengan lapisan aspal baru. Hal ini dilakukan untuk memperoleh ikatan antara aspal lama dan baru yang maksimal.



Gambar 2. 15 Lubang (*Potholes*)

(*Sumber: Dokumentasi Pribadi*)

2.4.3.2 Pelepasan Butir (*Ravelling*)

Pelepasan butir merupakan melepasnya komponen agregat dan permukaan lapis permukaan yang seiring berjalannya akan semakin dalam. Pelepasan butir dapat timbul secara menyeluruh dan bahaya dari kerusakan ini hampir sama dengan kerusakan lubang. Pada umumnya pelepasan butir diawali dengan terlepasnya agregat halus yang diikuti dengan agregat kasar karena erosi secara kontinyu. Pemeliharaan untuk kerusakan ini yaitu dengan membersihkan terlebih dahulu daerah kerusakan dan melapisi dengan lapisan baru yang sesuai lalu sesudahnya dilapisi dengan buras.



Gambar 2. 16 Pelepasan Butir (*Ravelling*)

(*Sumber: Google Image*)

2.4.3.3 Pengelupasan Lapisan (*Stripping*)

Pengelupasan lapisan yaitu deformasi yang timbul dengan tanda meluruhnya agregat kasar dari lapis penutup sehingga mengakibatkan roda kendaraan kontak langsung terhadap lapisan *base*.

Kemungkinan pemicu kerusakan pengelupasan lapisan :

- a. Bahan pengikat kurang dalam campuran aspal.
- b. Bahan pengikat tidak bekerja dengan optimal dalam mengikat batuan.

- c. Penyerapan pengikat.
- d. Batuan yang aus.
- e. Campuran kurang baik
- f. Kurangnya pemadatan.



Gambar 2. 17 Pengelupasan Lapisan (*Stripping*)

(Sumber: Google Image)

2.4.4 Pengausan (*Polished Agregat*)

Pengausan merupakan kerusakan yang ditandai dengan berkurangnya lapis aus yang menimbulkan permukaan jalan berubah menjadi licin dan halus. Pengausan timbul karena bahan yang selalu terkikis roda kendaraan.



Gambar 2. 18 Pengausan (*Polished Agregat*)

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.4.5 Kegemukan (*Bleeding/Flussing*)

Kegemukan adalah terbentuknya lapisan baru seperti aspal di atas lapis permukaan. Dampak yang ditimbulkan adalah permukaan menjadi licin. Pada suhu ekstrem aspal dapat melunak lalu menimbulkan jejak roda. Hal ini terjadi karena penggunaan aspal terlalu tinggi, entah itu pada campuran aspal, ataupun pada pengerjaan *prime coat/ tack coat*. Pemeliharaan untuk kerusakan ini adalah

dengan menabur agregat panas lalu dilakukan pemadatan, kerusakan dikupas lalu dilapisi lapis penutup.



Gambar 2. 19 Kegemukan (*Bleeding/Flushing*)

(*Sumber: Google Image*)

2.4.6 Penurunan Pada Bekas Utilitas (*Utility Cut Depression*)

Kerusakan penurunan ini timbul pada bagian penanaman utilitas yang dapat disebabkan oleh proses pemadatan yang kurang baik sehingga aspal mengalami depresi.



Gambar 2. 20 Penurunan pada Bekas Utilitas (*Utility Cut Depression*)

(*Sumber: Google Image*)

2.5 Metode PCI (Pavement Condition Index)

Pavement Condition Index (PCI) merupakan sebuah skema untuk menilai keadaan perkerasan dengan berdasar jenis, tingkat kerusakan yang juga sekaligus bisa menjadi acuan dalam pemeliharaan jalan. Rentang nilai dalam metode PCI ini adalah dari 0 (nol) hingga 100 (seratus) dengan berbagai kriteria penilaian.

2.5.1 Menentukan Kerusakan Jalan

Data survei kerusakan perkerasan jalan dan identifikasi dari lapangan tersebut, kemudian dikelompokkan berdasarkan tingkat kerusakannya yang berpedoman pada ASTM-D 6433-07, sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan bergelombang (*corrugation*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Bergelombang menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.
M	Bergelombang menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Bergelombang menyebabkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan.

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 14)

Tabel 2. 4 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan alur (*ruts*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman alur rata-rata 6-13 mm ($\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ in.)
M	Kedalaman alur rata-rata 13 – 25 mm ($\frac{1}{2}$ - 1 in.)
H	Kedalaman alur rata-rata 25 mm (1 in.)

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 21)

Tabel 2. 5 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan sungkur (*shoving*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Sungkur menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.

M	Sungkur menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Sungkur menyebabkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan.

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 21)

Tabel 2. 6 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan amblas (*depression*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kedalaman amblas rata-rata 13 – 25 mm (½ - 1 in.)
M	Kedalaman amblas rata-rata 25– 50 mm (1 – 2 in.)
H	Kedalaman amblas rata-rata >50 mm (2 in.)

(Sumber: ASTM D 6433-07Halaman 15)

Tabel 2. 7 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan mengembang (*swell*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Pengembangan menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan. Kerusakan ini sulit diamati, namun dapat dideteksi dengan kendaraan cepat. Gerakan keatas dapat dirasakan bila melewati jalan mengembang.
M	Pengembangan menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
H	Pengembangan menyebabkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan.

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 23)

Tabel 2. 8 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan benjol dan turun (*bump and sags*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Benjol dan melengkung menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan.
M	Benjol dan melengkung menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan
H	Benjol dan melengkung menyebabkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan.

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 13)

Tabel 2. 9 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak kulit buaya (*alligator cracking*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Halus, retak rambut/ halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa terhubung satu dengan yang lain. Retakan tidak menimbulkan gompal.
M	Ringan retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola latau jaringan retakan yang diiringi gompal ringan.
H	Jaringan atau pola retak sudah berkembang, sehingga pecahan pecahan dapat diamati dengan mudah dan terjadi gompal di pinggir. Beberapa pecahan mengalami rocking akibat lalu lintas.

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 11)

Tabel 2. 10 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak memanjang dan melintang (*transverse and longitudinal crack*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak tak terisi, lebar 10 mm (3/8 in.) 2. Retak terisi, sembarang lebar (pengisi kondisi bagus)
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak tak terisi, lebar 10 - 75 mm (3/8 - 3 in.) 2. Retak terisi sembarang lebar sampai 75 mm (3 in) dikelilingi retak acak ringan. 3. Retak terisi sembarang lebar, dikelilingi retak agak acak.
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Sembarang retak terisi / tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang - tinggi. 2. Retak tak terisi >75 mm (3 in.) 3. Retak sembarang lebar >100 mm (4 in.) dengan disekitar retakan mengalami pecah.

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 18)

Tabel 2. 11 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak refleksi sambungan (*Joint Reflection Crack*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak tak terisi, lebar 10 mm (3/8 in.) 2. Retak terisi, sembarang lebar (pengisi kondisi bagus)
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Retak tak terisi, lebar 10 - 75 mm (3/8 - 3 in.) 2. Retak terisi sembarang lebar sampai 75 mm (3in) dikelilingi retak acak ringan.

	3. Retak terisi sembarang lebar, dikelilingi retak acak ringan.
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi : 1. Sembarang retak terisi / tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang atau tinggi. 2. Retak tak terisi >75 mm (3 in.) 3. Retak sembarang lebar >100 mm (4 in.) dengan disekitar retakan mengalami pecah

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 16)

Tabel 2. 12 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak blok (*Block Crack*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Blok dinyatakan dengan retak tingkat kerusakan rendah.
M	Blok dinyatakan dengan retak tingkat kerusakan sedang.
H	Blok dinyatakan dengan retak tingkat kerusakan tinggi.

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 13)

Tabel 2. 13 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak slip (*Slippage Crack*)/ retak bulan sabit (*Crescent Shape Crack*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak rata-rata lebar < 10 mm (3/8 in.).
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak rata-rata 10 – 40 mm (3/8 – 1,5 in.). 2. Area disekitar retakan pecah ke dalam pecahan-pecahan terikat.

H	<p>Satu dari kondisi berikut yang terjadi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retak rata-rata > 40 mm (½ in.) 2. Area disekitar retakan pecah ke dalam pecahan- pecahan mudah terbongkar.
---	--

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 22)

Tabel 2. 14 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak pinggir (*Edge Cracking*)

Tarf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Retak sedikit hingga sedang dengan atau tanpa pecahan atau Butiran lepas
M	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas.
H	Banyak pecahan ataubutiran lepas di sepanjang tepi perkerasan.

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 15)

Tabel 2. 15 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan jalur/ bahu turun (*Lane/ Shoulder Drop-off*).

Tarf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Beda elevasi antara pinggir perkerasan dan bahu jalan 25– 50 mm (1–2 in).
M	Beda elevasi > 50 – 10 mm (2 – 4 in).
H	Beda elevasi > 01mm (4 in).

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 16)

Tabel 2. 16 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan lubang (*Pothole*).

Kedalaman Maksimum	Diameter Rata-Rata Lubang		
	100 - 200 mm (4 - 8 in)	200 - 450 mm (8 - 18 in)	450 - 750 mm (18 - 30 in)
13 - 25 mm (½ - 1 in)	L	L	M
25 - 50 mm (1 - 2 in)	L	M	H
> 50 mm (2 in)	M	M	H

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 19)

Tabel 2. 17 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan pelepasan butir (*weathering/raveling*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Agregat atau pengikat sudah mulai terkikis. Di beberapa area, permukaannya mulai berlubang. Jika terjadi tumpahan minyak, noda minyak dapat terlihat, namun permukaannya keras dan tidak dapat ditembus dengan koin..
M	Agregat atau bahan pengikat sudah aus. Tekstur permukaannya agak kasar dan berlubang. Jika terjadi tumpahan minyak, permukaannya lembut dan dapat ditembus dengan koin.
H	Agregat atau pengikat sudah sangat terkikis. Tekstur permukaannya sangat kasar dan berlubang parah. Area yang berlubang memiliki diameter kurang dari 10 mm (4 inci) dan kedalaman kurang dari 13 mm (½ inci) area berlubang yang lebih besar dari ini dihitung sebagai lubang. Dalam hal minyak

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 23)

Tabel 2. 18 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan kegemukan (*bleeding*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Kegemukan hanya terjadi pada tingkat yang sangat kecil dan hanya terlihat selama beberapa hari dalam setahun. Aspal tidak menempel pada sepatu atau kendaraan
M	Kegemukan telah terjadi sehingga aspal menempel pada sepatu dan kendaraan hanya dalam beberapa minggu dalam setahun.
H	Kegemukan telah terjadi secara luas dan banyak aspal yang menempel pada sepatu dan kendaraan setidaknya selama beberapa minggu dalam setahun

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 12)

Tabel 2. 19 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan agregat licin (*Polished Agregate*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
	Tidak ada tingkat keparahan yang ditentukan; namun, tingkat pemolesan harus terlihat jelas pada unit sampel sehingga permukaan agregat harus halus saat disentuh

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 19)

Tabel 2. 20 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi Tambalan dan Tambalan Galian Utilitas (*Patching and Utility Cut Patching*)

Taraf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Tambalan dalam kondisi baik dan memuaskan. Kualitas pengendaraan dinilai sebagai tingkat keparahan yang rendah atau lebih baik
M	Kondisi tambalan agak rusak, atau kualitas pengendaraan dinilai tingkat keparahannya sedang, atau keduanya

H	Kondisi tambalan sudah sangat rusak, atau kualitas pengendaraan dinilai memiliki tingkat keparahan yang tinggi, atau keduanya; perlu segera diganti
---	---

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 18)

Tabel 2. 21 Taraf kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan persilangan jalan rel

Tarf Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
L	Perlintasan kereta api menyebabkan kualitas perjalanan dengan tingkat keparahan yang rendah
M	Perlintasan kereta api menyebabkan kualitas perjalanan dengan tingkat keparahan sedang
H	Perlintasan kereta api menyebabkan kualitas perjalanan dengan tingkat keparahan yang tinggi

(Sumber: ASTM D 6433-07 Halaman 20)

2.5.2 Menentukan *Density*

Density atau kadar kerusakan yaitu nilai persen suatu kerusakan dibanding dengan luasan segmen yang ditinjau dalam meter persegi atau meter lari. Kerapatan atau densitas dapat diperoleh dengan beberapa cara tergantung kerusakan yang akan dihitung, antara lain :

- a. Kerapatan didapatkan dengan membandingkan luasan kerusakan dengan luas segmen yang diteliti lalu dikalikan 100%. Cara ini dapat digunakan untuk menghitung densitas semua jenis kerusakan. Densitas dapat dioperasikan menggunakan persamaan berikut :

$$Density (\%) = \left(\frac{Ad}{As} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

Ad = Jumlah luas jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

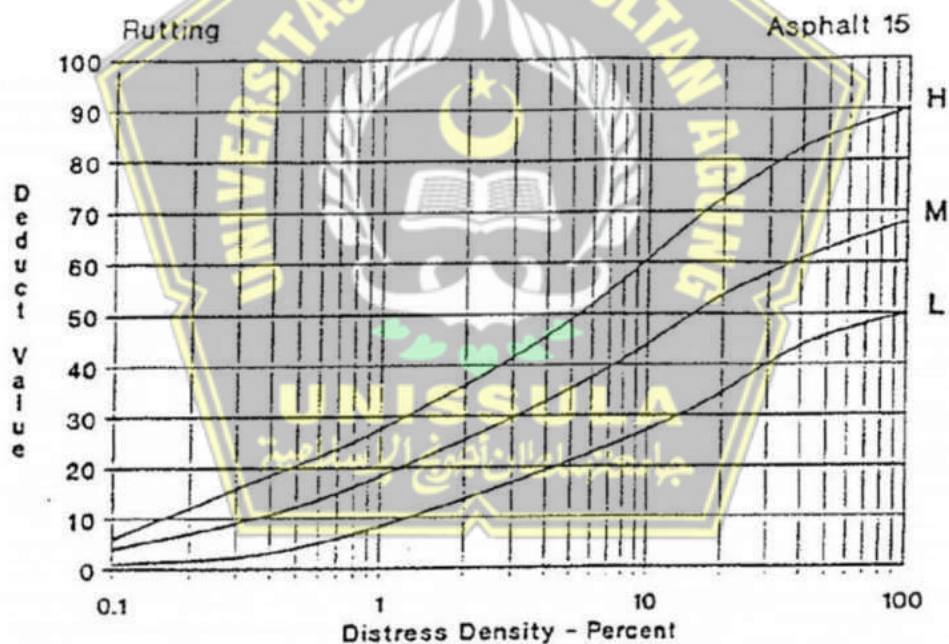
As = Total luas segmen (m²)

- b. Khusus kerusakan lubang densitas dapat diperoleh dengan cara menghitung jumlah total unit kerusakan lubang yang terjadi setiap segmen.

- c. Khusus retak memanjang densitas dapat diperoleh dengan cara menghitung jumlah total anjang kerusakan retak memanjang yang terjadi setiap segmen.

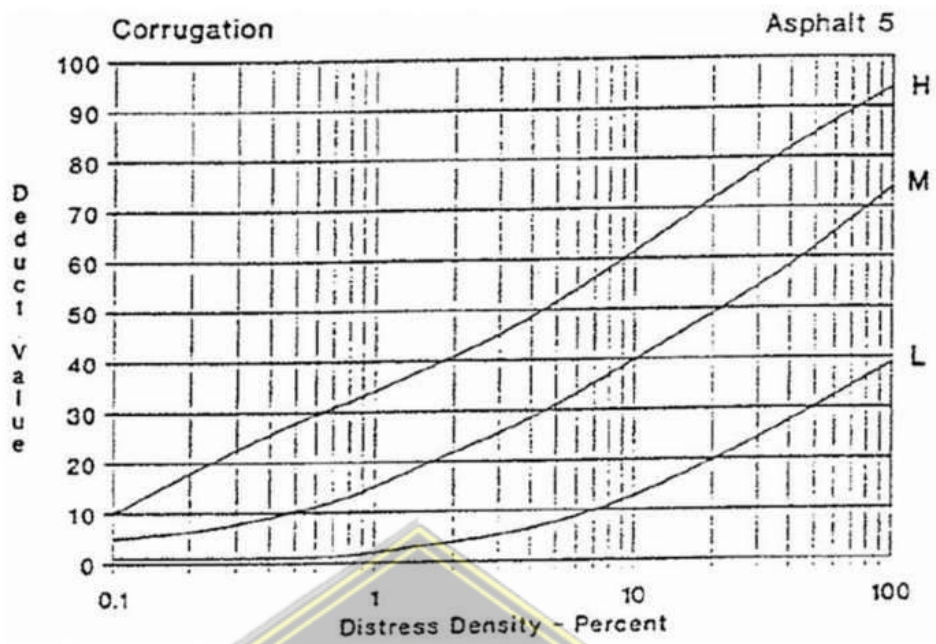
2.5.3 Menentukan *Deduct Value*

Deduct value (DV) merupakan nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value* untuk setiap jenis kerusakan. *Deduct value* dibagi dalam tingkat jenis kerusakan. Langkah mendapatkan nilai DV adalah dengan memasukkan nilai persen *density* pada grafik *deduct value* (Grafik 2.1 – 2.40) di setiap jenis kerusakan jalan, lalu menarik garis ke arah atas (vertikal) hingga bersinggungan dengan tingkat kerusakan (*low*, *medium*, *high*), selanjutnya pada singgungan garis tersebut ditarik garis ke kiri (horizontal) lalu didapat DV.

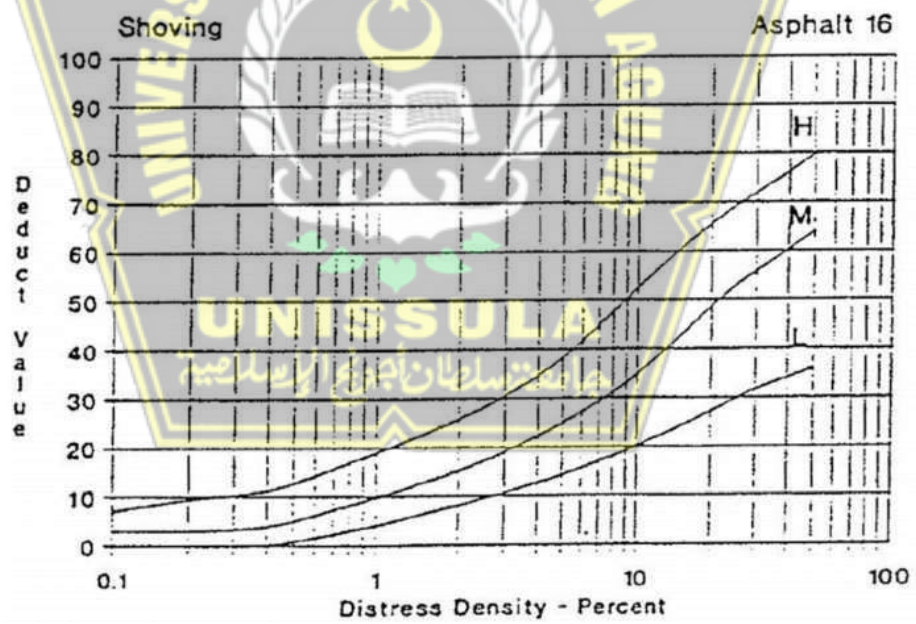


Grafik 2.1 Deduct Value untuk Alur

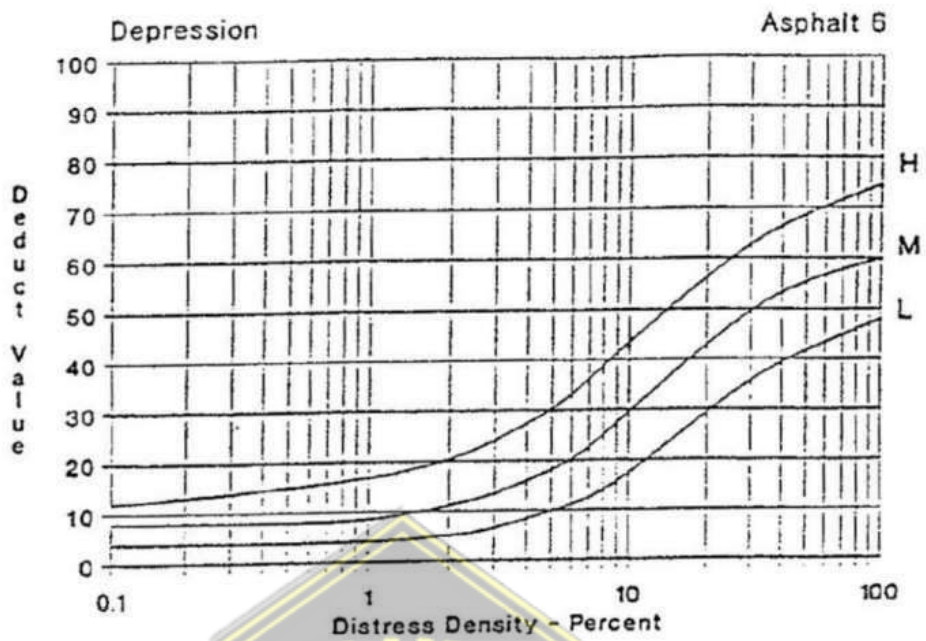
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 41)



Grafik 2. 2 Deduct Value untuk Gelombang
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 38)

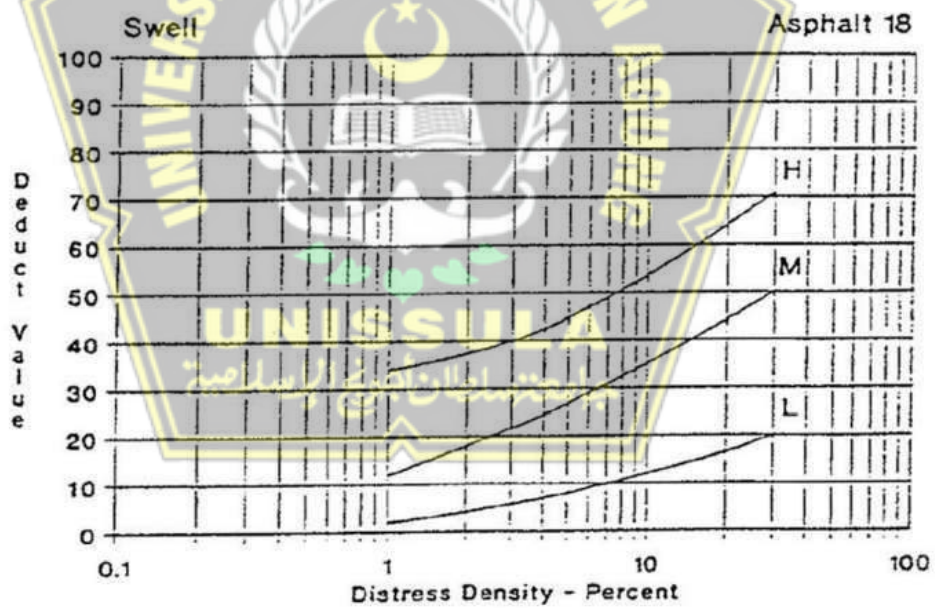


Grafik 2. 3 Deduct Value untuk Sungkur
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 41)



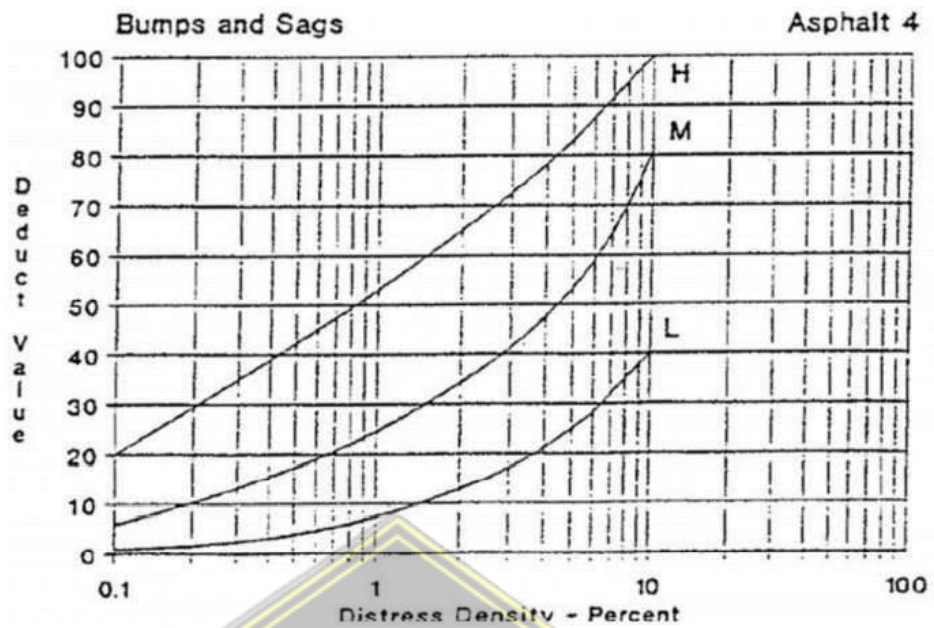
Grafik 2.4 Deduct Value untuk Amblas

(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 38)

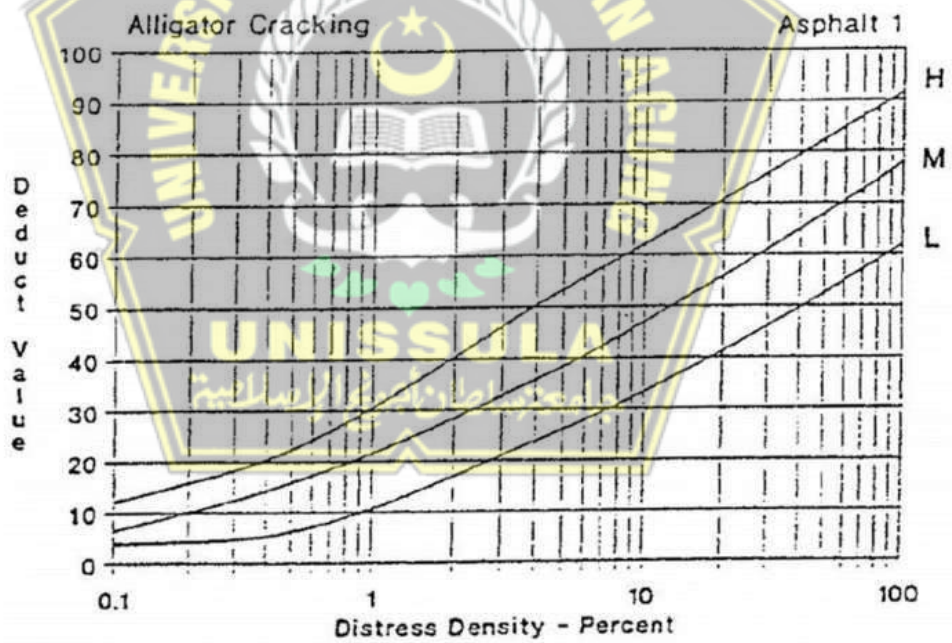


Grafik 2.5 Deduct Value untuk Mengembang

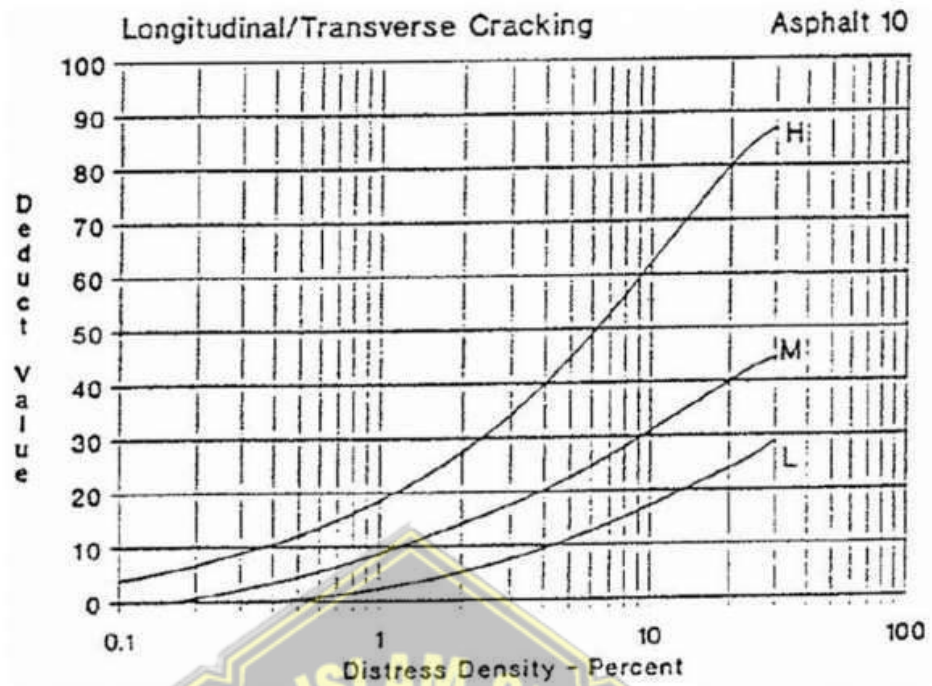
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 42)



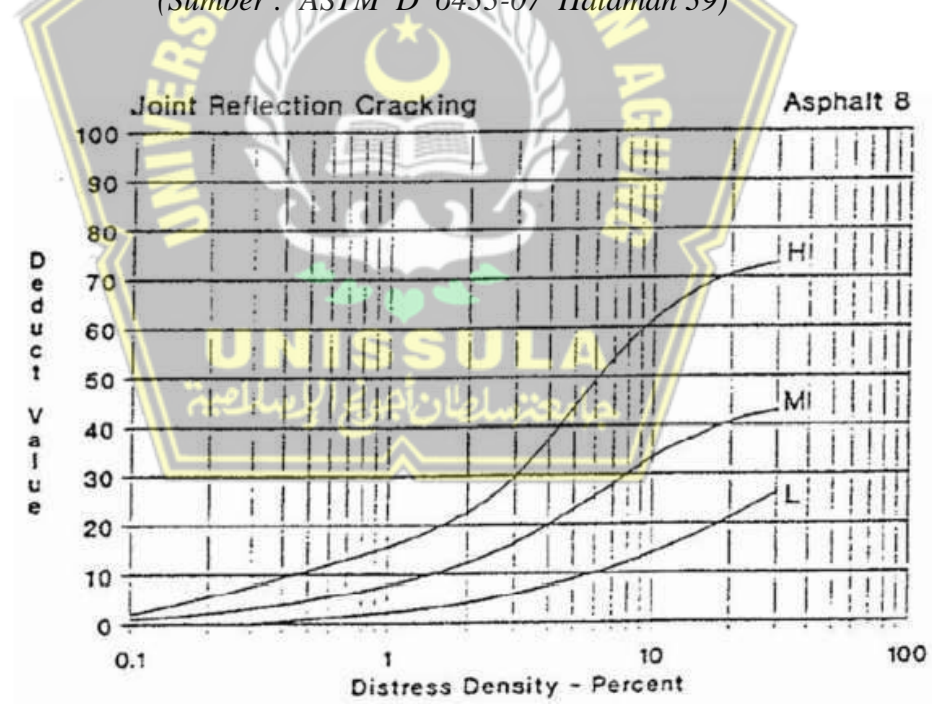
Grafik 2. 6 Deduct Value untuk Benjol dan Turun
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 38)



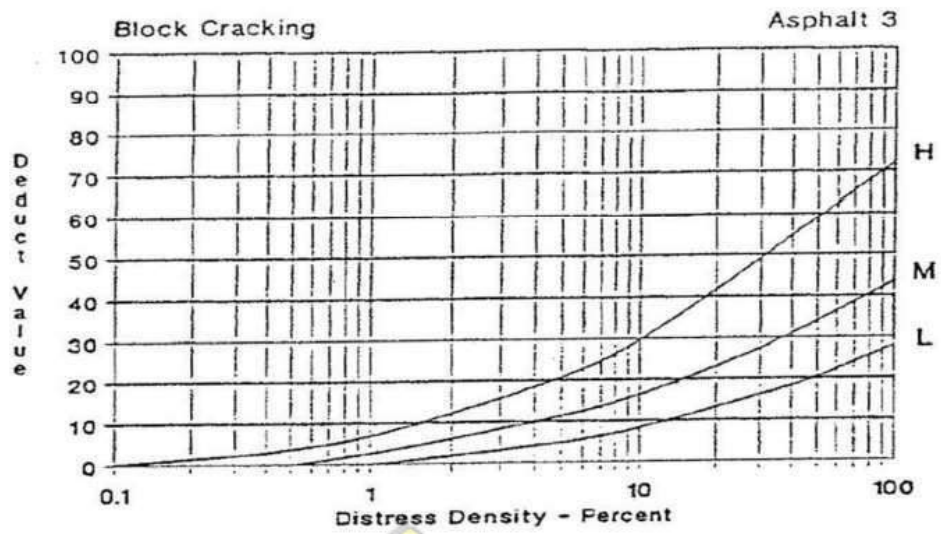
Grafik 2. 7 Deduct Value untuk Retak Buaya
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 37)



Grafik 2. 8 Deduct Value untuk Retak Memanjang/Melintang
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 39)

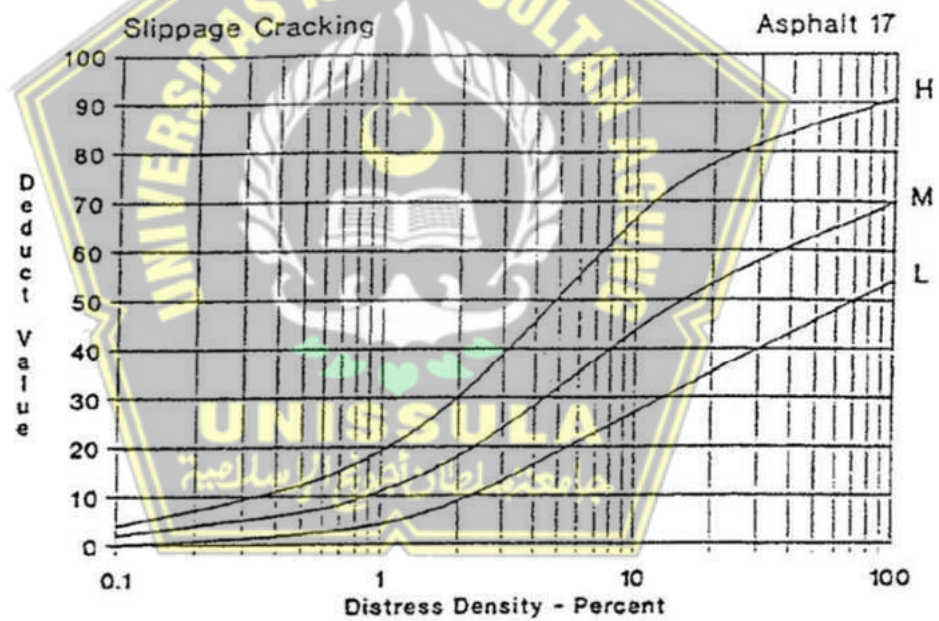


Grafik 2. 9 Deduct Value untuk Retak Reflektif Sambungan
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 39)



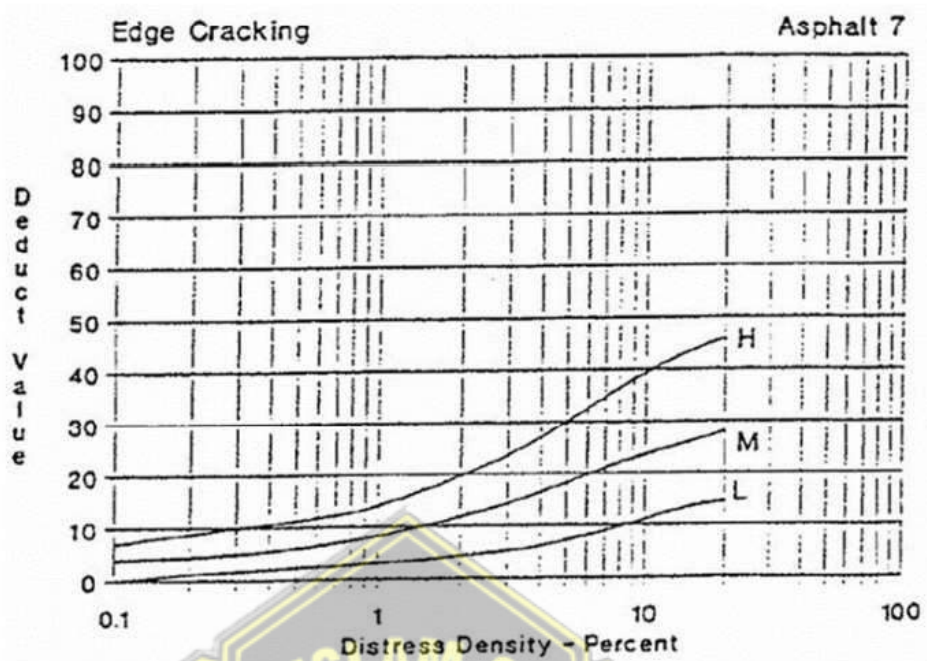
Grafik 2. 10 Deduct Value untuk Retak Blok

(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 38)

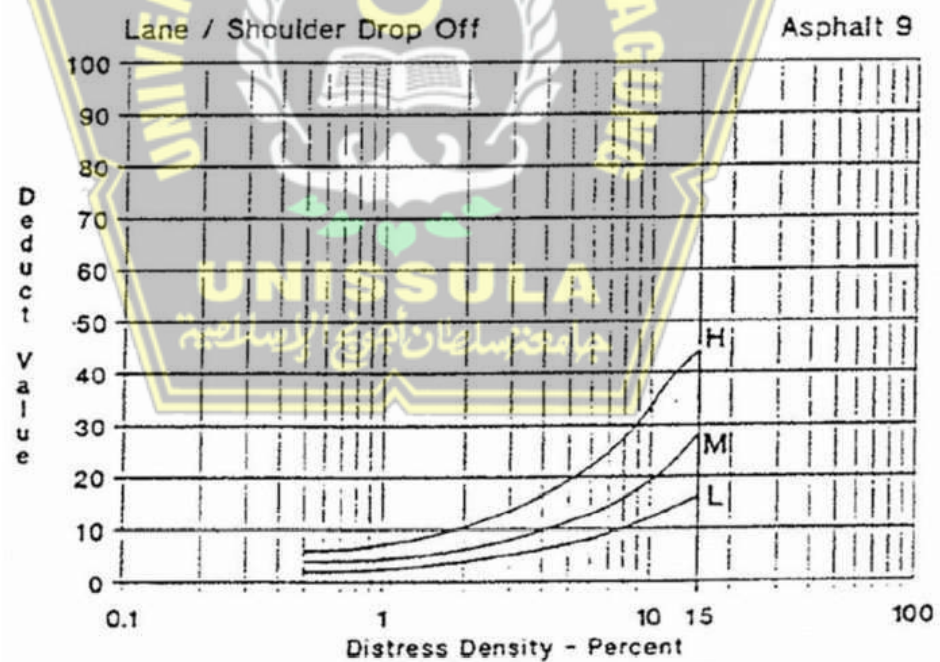


Grafik 2. 11 Deduct Value untuk Retak Slip

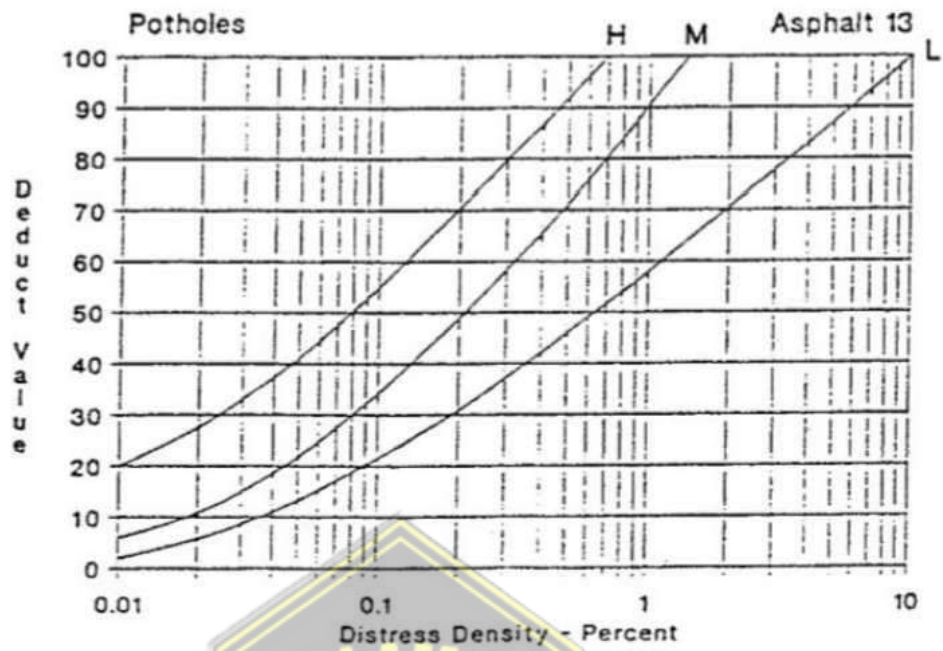
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 41)



Grafik 2.12 Deduct Value untuk Retak Tepi
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 39)

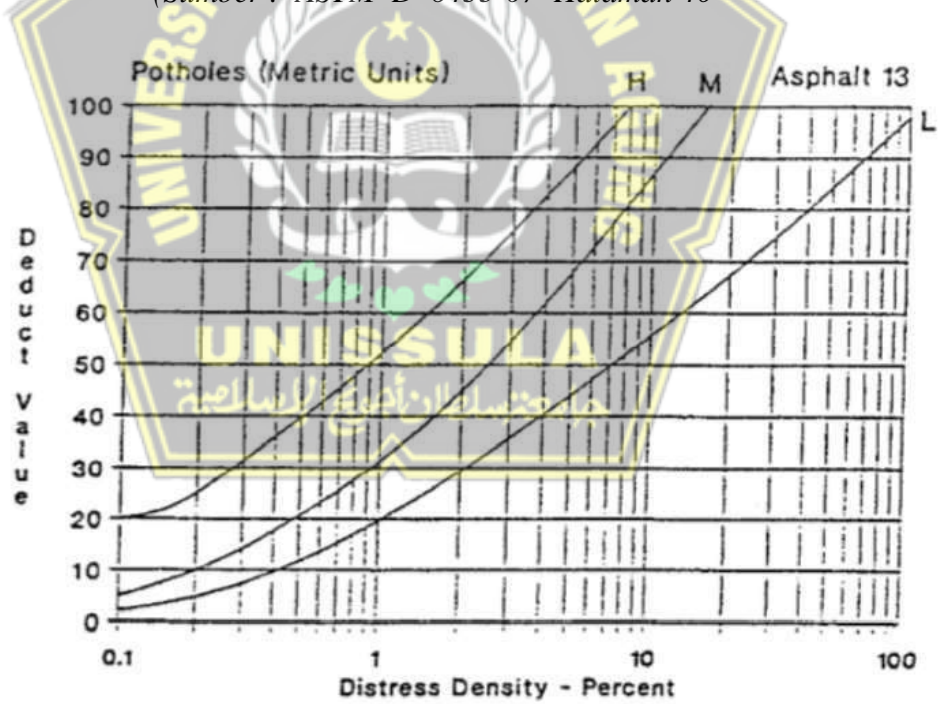


Grafik 2.13 Deduct Value untuk Jalur/Bahu Turun
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 43)



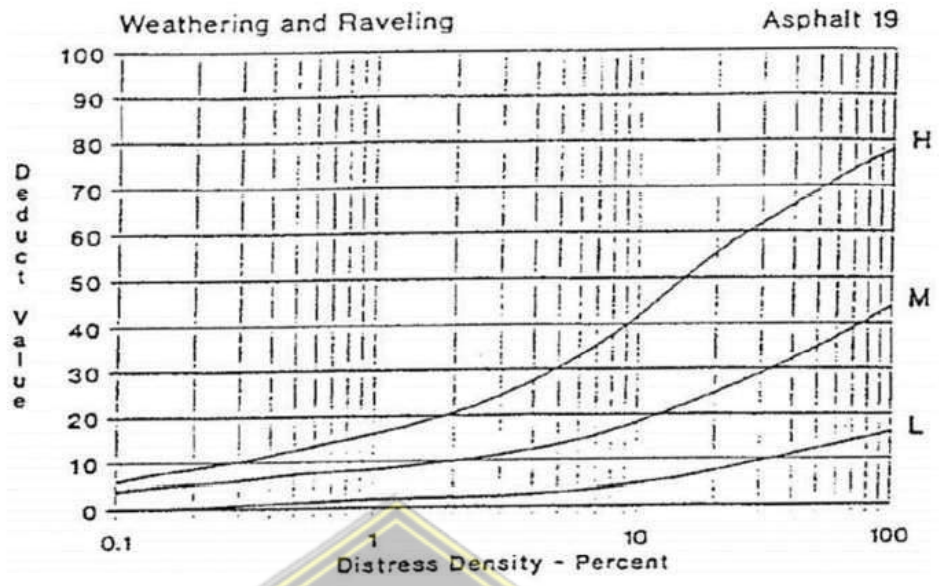
Grafik 2.14 Deduct Value untuk Lubang (a)

(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 40)

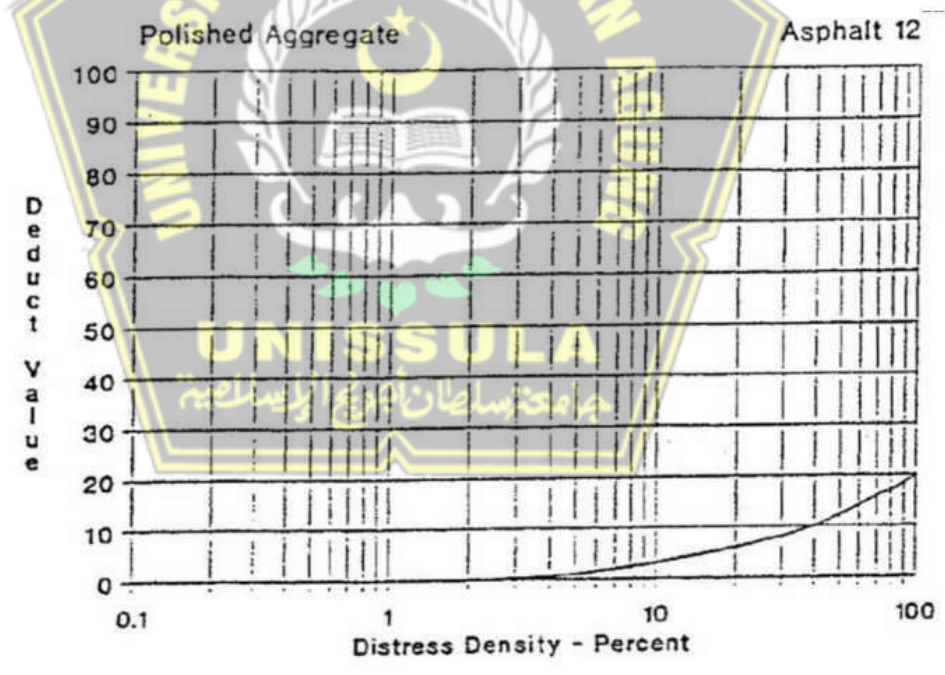


Grafik 2.15 Deduct Value untuk Lubang (b)

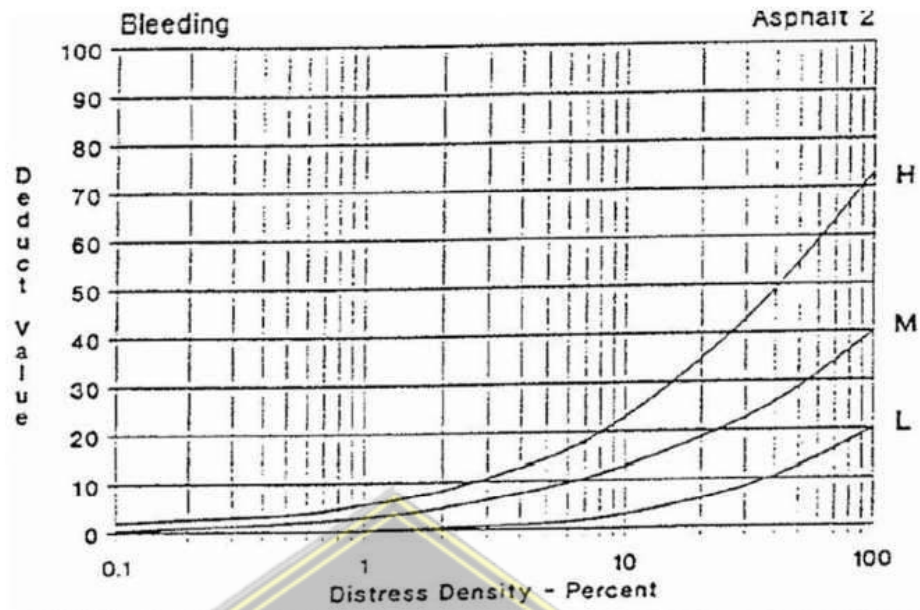
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 40)



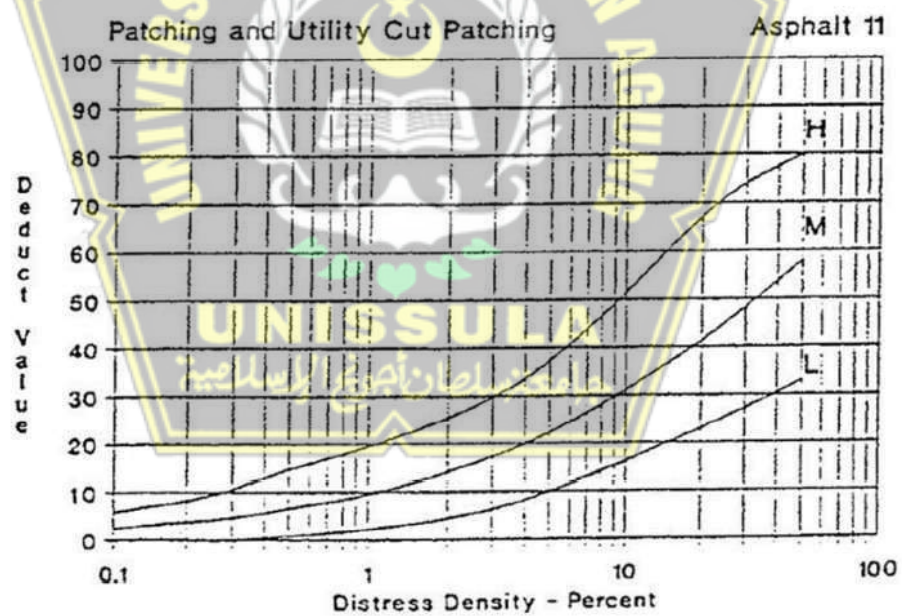
Grafik 2.16 Deduct Value untuk Pelapukan dan Butiran Lepas
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 42)



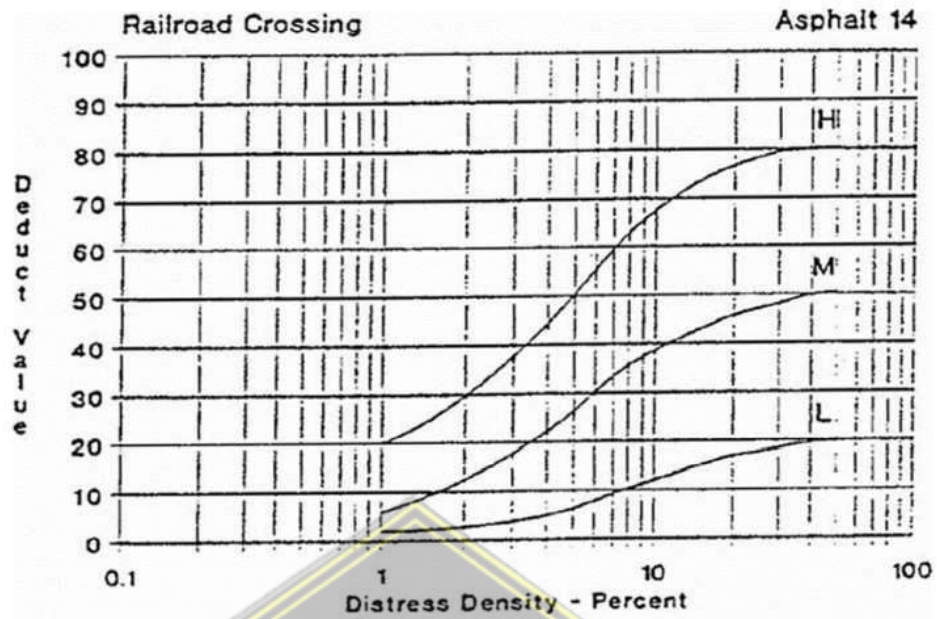
Grafik 2.17 Deduct Value untuk Agregat Licin
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 45)



Grafik 2.18 Deduct Value untuk Kegemukan
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 37)



Grafik 2.19 Deduct Value untuk Tambalan dan Tambalan Galian
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 40)



Grafik 2. 20 Deduct Value untuk Jalan yang Melintasi Rel
(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 40)

Mencari Nilai *Allowable Maximum Deduct Value* (m)

- 1) Menentukan HDV (*High Deduct Values*) atau nilai DV yang tertinggi.
- 2) Menghitung Nilai m menggunakan persamaan Nilai $m = 1 + (9/98) \times (100 - HDV)$
- 3) Membandingkan nilai m dengan jumlah DV (q)

Jika,

$m < q$ maka yang digunakan dalam perhitungan CDV adalah nilai m. $m > q$ maka yang digunakan dalam perhitungan CDV adalah nilai q.

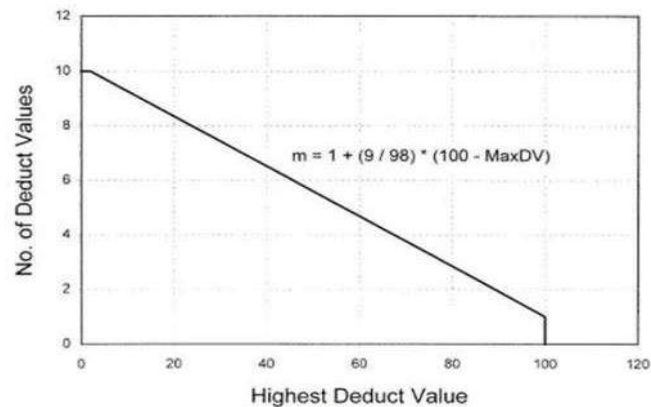
Keterangan :

m = *Deduct Value* maksimal yang diizinkan

q = Jumlah *Deduct Value* tiap segmen

Hubungan antara HDV (*High Deduct Value*) dengan Jumlah DV (q) dapat dilihat pada grafik 2.21 berikut:

Adjustment of Number of Deduct Values



Grafik 2. 21 Hubungan antara HDV dengan Jumlah DV (q)

(Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 7)

2.5.4 Menentukan *Total Deduct Value* (TDV)

Total Deduct Value (TDV) merupakan hasil penjumlahan *deduct value* untuk setiap jenis kerusakan sekaligus tingkat kerusakan pada suatu segmen yang telah ditinjau.

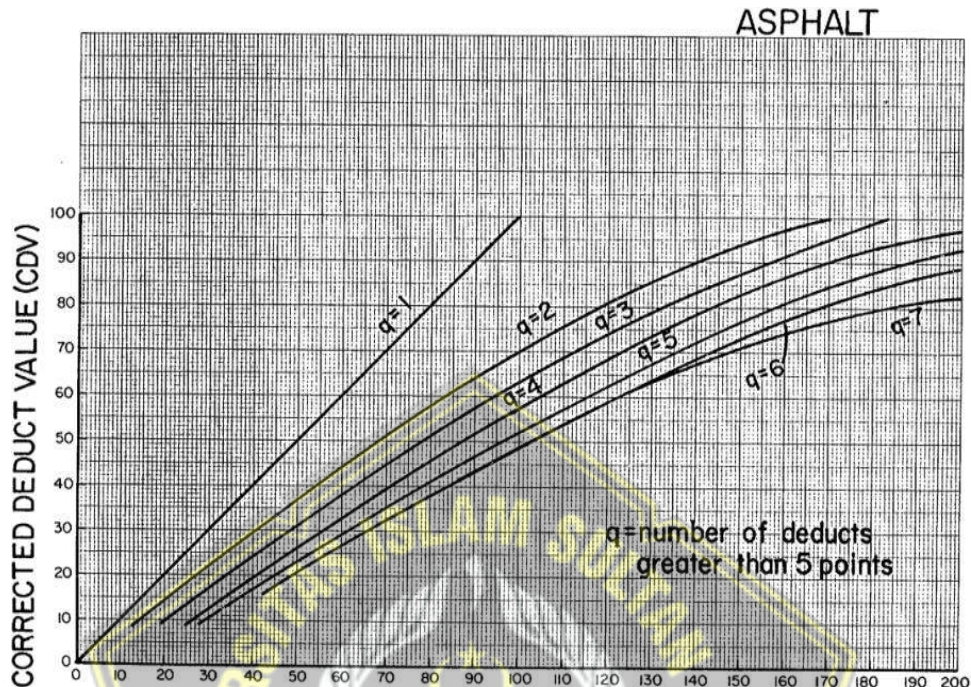
Setelah diperoleh *density* dari setiap jenis kerusakan lalu menghitung *deduct value* dan dilanjutkan menghitung *Total Deduct Value* (TDV) dengan cara menambahkan seluruh nilai *dv* dari tiap-tiap segmen.

2.5.5 Menentukan *Corrected Deduct Value* (CDV)

Corrected Deduct Value (CDV) didapat dari grafik hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV yang diurutkan dari nilai *Deduct Value* dari nilai terbesar tiap segmen. Cara perolehan nilai CDV adalah dengan:

- Memperoleh nilai *High Dedect Value* (HDV).
- Menentukan nilai TDV dengan menambahkan nilai DV.
- Menentukan nilai q dengan menghitung jenis kerusakan yang terjadi tiap segmen (Nilai DV yang lebih dari koefisien Aspal (2)).
- Menghitung nilai izin dari *dedut value* (m). Nilai m digunakan untuk mencari nilai CDV jika nilai $q > m$, sehingga nilai m digunakan sebagai nilai q.
- Mencari nilai CDV dengan hubungan antara TDV dan q menggunakan grafik pada Gambar 2.22.

- f. Mengganti nilai DV yang lebih dari 2 dari DV yang paing kecil dengan nilai koefisien Aspal (2). lalu kembali mencari nilai TDV, q, dan CDV. Mengulangi Langkah tersebut sampai diperoleh nilai Q = 1.



Grafik 2. 22 Corrected Deduct Value (CDV)
 (Sumber : ASTM D 6433-07 Halaman 48)

2.5.6 Menentukan Nilai Kondisi Perkerasan (PCI)

Apabila besaran CDV telah didapatkan, maka nilai PCI untuk setiap segmen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$PCI (s) = 100 - CDV_{maks} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

$PCI_{(s)}$ = *Pavement Condition Index* setiap segmen.

CDV_{maks} = *Corrected Deduct Value* maksimum setiap segmen.

2.5.7 Menentukan Kualitas Kerusakan Perkerasan

Setelah nilai PCI didapat pada tiap segmen, maka kualitas lapis perkerasan pada tiap segmen bisa dikategorikan dalam kondisi baik, memuaskna, sedang, jelek, sangat jelek, serius, hingga gagal.

Nilai PCI setiap segmen dapat digunakan untuk menentukan kualitas keseluruhan ruas jalan. Dengan cara mengakumulasikan nilai PCI seluruh segmen lalu dibagi dengan jumlah total segmen yang ada. Dapat digunakan persamaan:

$$PCI_r = \frac{\sum PCI(s)}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

PCI = Nilai PCI perkerasan keseluruhan (rerata)

PCI(s) = *Pavement Condition Index* tiap segmen

N = Jumlah segmen

Nilai rata-rata PCI lalu dinyatakan dalam sebuah parameter seperti pada gambar di bawah ini: :



Gambar 2. 21 Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) dan Tingkat Kerusakan
(Sumber : ASTM D 6433-07)

2.6 Metode IRI (*International Roughness Index*)

International Roughness Index (IRI) yaitu suatu metode untuk menentukan tingkat kekasaran permukaan perkerasan jalan. Kekasaran yang diukur ini dimaksudkan untuk mewakili kondisi perkerasan di lokasi tersebut. Faktor-faktor kekasaran ini dipengaruhi oleh faktor kendaraan, seperti suspensi roda, bentuk kendaraan, dan kecepatan kendaraan. Penilaian dalam metode IRI ini

menggambarkan bahwa kondisi perkerasan jalan masih dalam pemeliharaan rutin, dibutuhkan pemeliharaan rutin dengan pelapisan ulang, perlu dilakukan peningkatan, atau perlu dilakukan rekonstruksi.

Parameter IRI ini digunakan oleh Bina Marga dalam memperhitungkan kondisi konstruksi jalan yang disertai dengan penanganannya ke dalam empat kategori. Dapat dilihat dalam tabel.

Tabel 2. 22 Penentuan Kondisi Ruas Jalan dan Kebutuhan Penanganan

Kondisi Jalan	IRI(m/km)	Kebutuhan Penanganan	Tingkat Kemantapan
Baik	IRI rata-rata ≤ 4	Pemeliharaan rutin	Jalan Mantap
Sedang	$4,1 \leq$ IRI rata-rata ≤ 8	Pemeliharaan berkala	
Rusak Ringan	$8,1 \leq$ IRI rata-rata ≤ 12	Peningkatan jalan	Jalan Tidak Mantap
Rusak Berat	IRI rata-rata > 12	Peningkatan jalan	

(Sumber: *Perencanaan Dan Pemrograman Pekerjaan Preservasi Jaringan Jalan No.07/P/BM/2021*)

2.7 Analisis Korelasi Data

Analisis korelasi adalah satu dari sekian banyak teknik statistik yang banyak dipakai dalam mendapatkan nilai hubungan antara dua periode. Analisis korelasi dimaksudkan untuk menampilkan keeratan hubungan dan pola antara dua variabel atau lebih (Sudaryono, 2014).

Rumus korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$r^2 = \frac{\sum(Y_{est}-\bar{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$r = \sqrt{\frac{\sum(Y_{est}-\bar{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

r^2 = koefisien determinasi

r = koefisien korelasi

$$\sum(Y_{est} - \bar{Y})^2 = \text{explained variation}$$

$$\sum(Y - \bar{Y})^2 = \text{total variation}$$

2.7.1 Metode Pearson

Uji korelasi pearson bertujuan untuk mengidentifikasi asumsi terdapat hubungan diantara variabel dalam populasi melalui data hubungan variabel dalam sampel yang disebut hipotesa asosiatif. Tahap pertama yaitu menghitung koefisien korelasi antara variabe dalam sampel, lalu dilakukan pengujian signifikannya. Sedangkan korelasi yaitu angka yang mendefinisikan arah dan kuat tidaknya hubungan variabel-variabel tersebut. Arah didefinisikan dengan bentuk hubungan positif (X) atau negatif (Y) dan kuatnya hubungan dinyatakan dengan besaran koefisien korelasi (r) (Rendy et al. 2021).

Hubungan antara variabel X dan variabel Y dapat ditentukan dengan 3 cara:

1. Dilihat dari r_{hitung} , yaitu membandingkan hasil r_{hitung} dengan r_{tabel} . Apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka H_0 ditolak. Maka ada hubungan kedua variabel x dan y. Sebaliknya apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$ H_0 diterima, yang artinya tidak terdapat hubungan di kedua variabel.
2. Berdasarkan nilai signifikansinya, yaitu jika nilai signifikan variabel $< 0,05$ maka artinya antara dua variabel x dan y terdapat korelasi, dan jika angka signifikansi variabel $> 0,05$ maka artinya antara dua variabel x dan y tidak terdapat korelasi.
3. Berdasarkan nilai korelasi pearson terdapat beberapa tingkat korelasi dapat dilihat dalam tabel:

Tabel 2. 23 Interpolasi Koefisien Korelasi

Nilai Koefisien Korelasi (r)	Interpretasi Koefisien Korelasi
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat / Sempurna

(Sumber : Sugiyono 2013)

2.8 Tegangan Dan Regangan Perkerasan Lentur

Metode mekanistik – empirik yaitu suatu cara yang memperkirakan kadar kerusakan perkerasan yang berkaitan dengan sifat fisik perkerasan, antara lain modulus elastisitas, rasio lintasan, dan ketebalan perkerasan. Pembacaan nilai tegangan dan regangan berbeda-beda pada setiap kerusakan. Sistem lapisan ini menghasilkan respon berupa tegangan., antara lain:

1. Tegangan Normal

Tegangan normal merupakan komponen tegangan ($\sigma_z, \sigma_r, \sigma_t$) yang beroperasi tegak lurus terhadap suatu bidang lurus.

2. Tegangan Geser

Tegangan geser yang bekerja sejajar terhadap suatu bidang. Dalam keadaan keseimbangan statis ditunjukkan bahwa tegangan geser yang bekerja pada suatu bidang adalah sama besar. Dalam kondisi tersebut dapat dituliskan bahwa resultan tegangan geser sama dengan nol. Regangan yang terjadi dirumuskan sebagai berikut:

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \mu(\sigma_r + \sigma_t)] \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E} [\sigma_r - \mu(\sigma_t + \sigma_z)] \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\varepsilon_t = \frac{1}{E} [\sigma_t - \mu(\sigma_z + \sigma_r)] \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

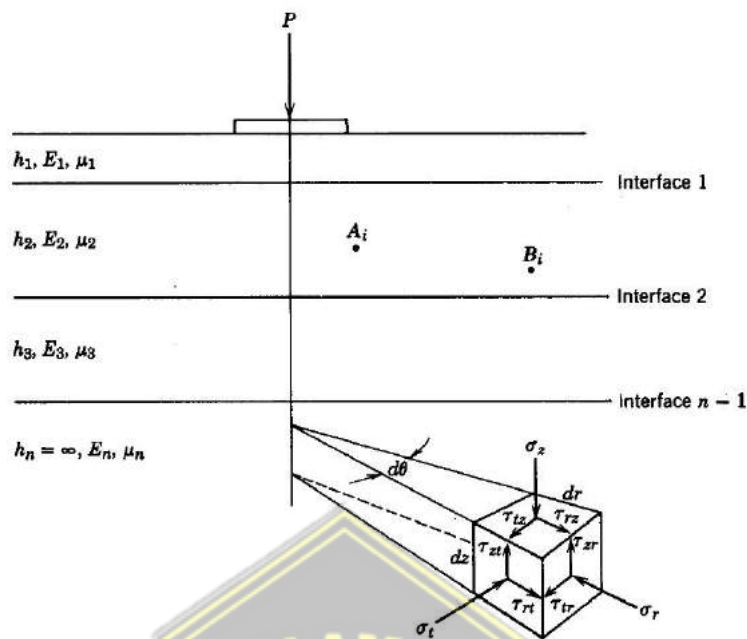
ε = Regangan

E = Modulus Elastisitas Bahan Tiap Lapisan

σ = Tegangan Normal

μ = Nilai Banding *Poisson* tiap lapis

Dari teori di atas sebuah titik dalam sebuah lapisan akan memberikan sebanyak sembilan tegangan. Dapat dilihat pada gambar 2.22.



Gambar 2. 22 Konsep Sistem Elastis Multi Layer Pada Perkerasan Lentur
 (Sumber: Yoder and Witczak, 1975)

2.8.1 Pemodelan Lapis Perkerasan Jalan

Sistem elastis multi layer dapat dihitung tegangan dan regangan di satu titik suatu perkerasan. Pemodelan diasumsikan bahwa tiap layer perkerasan memiliki sifat-sifat seperti homogen, isotropis, dan linear elastik yang artinya akan kembali ke wujud aslinya ketika beban dipindahkan.

Dalam memodelkan lapis perkerasan dengan lapis elastis diasumsikan data masukan atau input untuk mendapatkan nilai tegangan dan regangan pada struktur perkerasan dan respon terhadap beban. Parameter yang digunakan yaitu:

1. Modulus Elastisitas

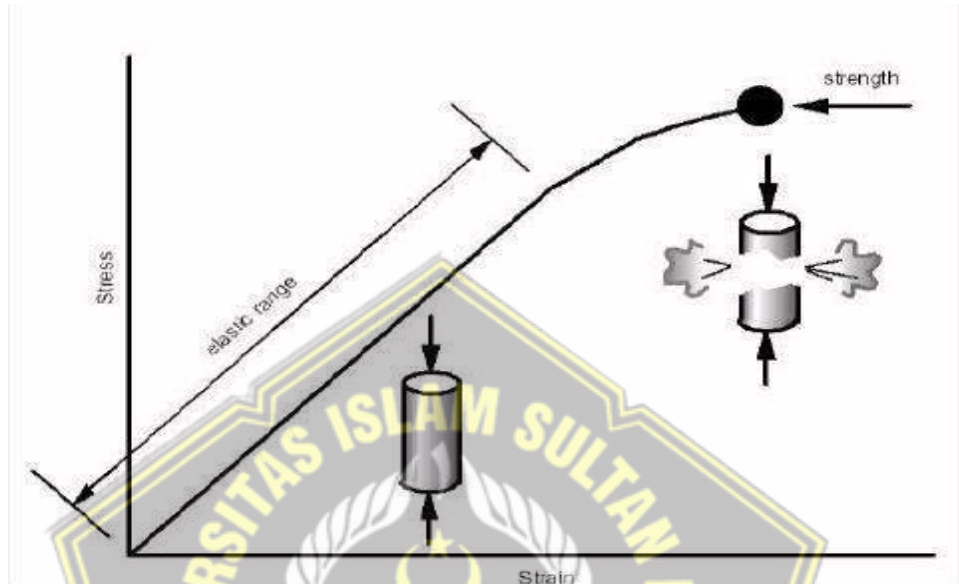
Modulus elastisitas merupakan nilai bagi tegangan dengan regangan suatu benda, umumnya disebut dengan modulus *Young* atau bisa dituliskan dengan simbol E.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

- E = Modulus elastisitas (Psi/KPa)
- σ = Tegangan (Kpa)
- ϵ = Regangan

Suatu material mempunyai nilai E dengan limit regangan dan tegangan elastisitas material tersebut. Grafik tegangan regangan dapat dilihat pada gambar 2.23. Batas elastisitas tidak diartikan sebagai nilai kuat material tersebut menahan tegangan dan regangan, namun sebuah kadar untuk mengetahui seberapa bagus material tersebut kembali ke wujud dan ukuran asal.



Gambar 2. 23 Modulus Elastisitas (E)
(Sumber: Shell, 1978)

Nilai modulus Elastisitas tipikal dari berbagai tipe material dapat dilihat pada tabel 2.24.

Tabel 2. 24 Nilai Modulus Elastisitas Material Tipikal Matera

Material	Modulus Elastisitas	
	Psi	Kpa
<i>Cement treated granular base</i>	1000000 – 2000000	7000000 – 14000000
<i>Cement aggregate mixtures</i>	500000 – 1000000	3500000 – 7000000
<i>Asphalt treated base</i>	70000 – 450000	490000 – 3000000
<i>Asphalt concrete</i>	20000 – 2000000	140000 – 14000000
<i>Bituminous stabilized mixture</i>	40000 – 300000	280000 - 2100000
<i>Unbound granular material</i>	15000 – 45000	105000 – 315000
<i>Fine grained or natural subgrade</i>	3000 – 40000	21000 – 280000

(Sumber: Huang, 2004)

2. Poisson Ratio

Poisson ratio adalah nilai bagi antara regangan horizontal dan regangan vertikal yang diakibatkan oleh beban sejajar sumbu dan regangan aksial (Yoder dan Witczak, 1975).

Perbandingan rasio tidak selalu tetap atau stabil. mulanya 0 hingga kira-kira 0,5 yang artinya volume tidak berubah sesudah dibebani. Nilai *poisson ratio* dapat dilihat pada tabel 2.25

Tabel 2. 25 Nilai Poisson Ratio

Material	Nilai V	V Tipikal
Hot Mix Asphalt	0,30 – 0,40	0,35
Portland Cement concrete	0,15 – 0,20	0,15
Untreated granular material	0,30 – 0,40	0,35
Cement treated granular material	0,10 – 0,20	0,15
Cement treated fine grained material	0,15 – 0,35	0,25
Lime stabilized material	0,10 – 0,25	0,20
Lime flyash mixture	0,10 – 0,15	0,15
Loose sand/ silthy sand	0,20 – 0,40	0,30
Dense sand	0,30 – 0,45	0,35
Fine grained soil	0,30 – 0,50	0,40
Saturated soft clay	0,40 – 0,50	0,45

(Sumber: Huang, 2004)

2.8.2 Karakteristik Material

1. Layer Sifat Viskoelastis

Sifat viskoelastis diterapkan untuk menganalisis layer aspal. Pada waktu pembebanan, perilaku aspal sangat terpengaruh oleh beban, sehingga teori viskoelastis normal cocok diterapkan. Periode beban yaitu 0,1 detik untuk pemindahan beban 40 km/jam. cara untuk mengarakterisasi bahan dengan sifat viskoelastis yaitu dengan spesifikasi *creep compliances*.

Suhu yang dianjurkan untuk *creep compliances* yang diasumsikan sama dengan desain sebesar 25°C (Ascuri, et.all, 2003). Model yang bisa digunakan untuk *creep compliances* pada suhu 25°C dikembangkan oleh Huang, 1993.

Creep compliance diukur dengan 11 variasi waktu, diantaranya 0,001; 0,003; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 1; 3; 10; 30; dan 100 detik (FHWA, 1978).

2. Layer Sifat Non Linear Elastis

a. Lapis *Subgrade*

Modulus *resillien* (M_r) merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada beban yang dilakukan secara cepat sesuai dengan alami oleh perkerasan jalan. Berdasarkan berbagai percobaan empirik mayoritas digunakan untuk mengetahui propertis bahan dalam perencanaan perkerasan.

b. Lapis Subbase

Agegat yang diperuntukkan untuk lapis pondasi hendaknya bersih dari bahan organik maupun lempung atau bahan lain yang menjadikannya tidak memenuhi standar.

3. Layer Sifat Linear Elastis

Analisis secara linear elastis pada lapisan memungkinkan perhitungan tegangan, regangan, dan deformasi pada permukaan perkerasan yang terbebani. Konsep lapisan linear elastis menunjukkan bahwa setiap lapisan struktur memiliki sifat homogen, isotropis, dan elastis secara linear.

2.9 Program KENPAVE

Program KENPAVE yaitu *software* perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P.E Professor Emeritus of Civil Engineering University of Kentucky. Tampilan awalan program KENPAVE dapat dilihat di gambar 2.24

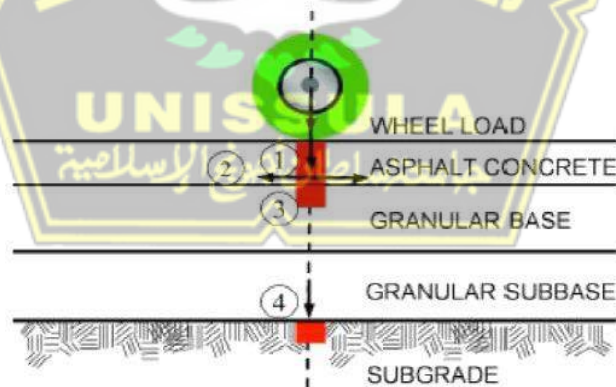


Gambar 2. 24 Tampilan Awal Program KENPAVE

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.9.1 Analisis Kerusakan Dengan KANPAVE

Penggunaan program ini menghasilkan operasi nilai tegangan, regangan , dan nilai lendut di berbagai titik pada struktur perkerasan. Terdapat beberapa titik lokasi penting yang ditinjau dalam analisis perkerasan dapat dilihat pada gambar 2.25 Dan pada tabel 2.25



Gambar 2. 25 Lokasi Tegangan dan Regangan Kritis Perkerasan Lentur

(Sumber: Kamil, 2007)

Tabel 2. 26 Analisis Struktur Perkerasan

Lokasi	Respon	Analisis Struktur Perkerasan
Permukaan perkerasa	Defleksi	Digunakan dalam desain lapis tambah
Bawah lapis permukaan	Regangan Tarik horizontal	Digunakan retak fatik pada lapis permukaan
Bagian atas tanah dasar/ bawah lapis pondasi bawah	Regangan tekan vertikal	Digunakan untuk memprediksi kegagalan rutting yang terjadi

(sumber: National Cooperative Highway Research Program, 2004)

Dari gambar 2.25 dapat dituliskan hal-ha mengenai kerusakan yang terjadi yang disebabkan adanya tegangan dan regangan, diantaranya:

1. *Rutting* disebabkan oleh regangan tekan di atas permukaan beton aspal.
2. *Fatigue cracking* diakibatkan oleh Regangan Tarik di bawah aspal.
3. Deformasi permanen diakibatkan oleh Regangan tekan di atas dasar.
4. Deformasi permanen diakibatkan oleh Regangan tekan di atas tanah dasar.

a. *Rutting*

Terjadinya *rutting* karena deformasi plastis yang terkumpul dan terakumulasi dari semua sisi struktu perkerasaan. Nilai *rutting* maksimum perlu dibatasi sehingga pada kecepatan tinggi pengendara masih aman. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan repetisi beban berdasarkan regangan tekan di bawah lapis pondasi bawah adalah sebagai berikut:

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4,477} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

N_d = Jumlah repetisi beban yang diijinkan untuk mengontrol *rutting*

ϵ_c = Regangan tekan vertikal di atas lapis dasar

b. *Fatigue Cracking*

Kerusakan retak lelah atau *fatigue cracking* merupakan wujud lanjutan dari retak di bawah beban berulang. timbulnya *fatigue cracking* diakibatkan dari material yang lelah karena pembebanan terus menerus. Rumus *fatigue cracking* perkerasan lentur untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan Tarik dibawah lapis permukaan adalah sebagai berikut:

$$N_f = 0,0796 (\epsilon_t)^{-3,921} |E|^{-0,854} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

N_f = Jumlah nilai beban pengulangan yang diijinkan untuk mengontrol *fatigue cracking*

ϵ_t = Tensile strain di lokasi tinjauan kritis yang dihitung berdasarkan respon model struktur atau regangan tarik pada bagian lapis permukaan

E = Modulus elastisitas pada lapis permukaan

c. Deformasi Permanen

Rumus yang dipakai untuk mendapatkan jumlah beban repetisi perkerasan lentur pada kerusakan deformasi permanen yaitu:

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4,477} \dots\dots\dots(2.13)$$

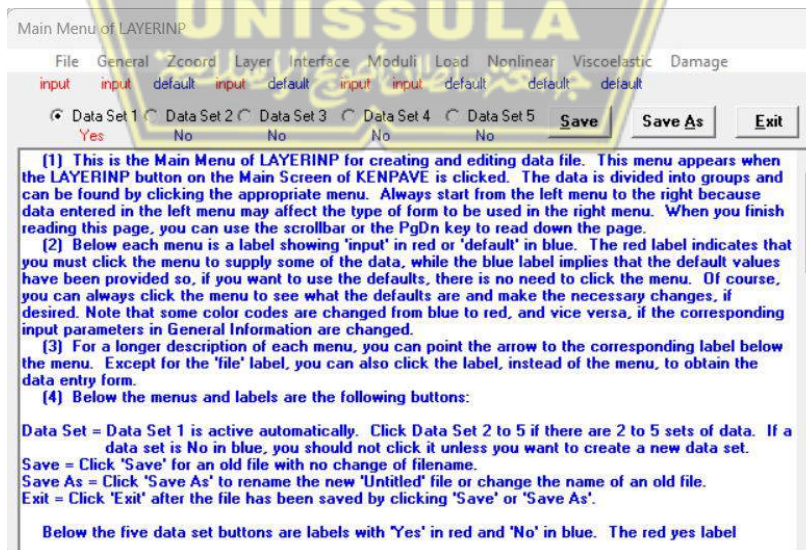
Keterangan:

N_d = Jumlah repetisi beban yang diijinkan untuk mengontrolrutting

ϵ_c = Regangan tekan vertikal di atas lapis dasar

2.9.2 Tools KENLAYER

Tools KENLAYER ini diterapkan pada jenis perkerasan aspal yang tidak menggunakan sambungan dan tanpa lapisan rigid. Dasar dari *tools* KENLAYER merupakan konsep sistem multi lapis. KENLAYER dapat diterapkan pada sifat tiap lapis yang berbeda diantaranya linear, non linear, atau viskoelastis. Tampilan awal *tools* LAYERINP dapat dilihat pada gambar 2.26.



Gambar 2. 26 Tampilan Awal Tools LAYERINP

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

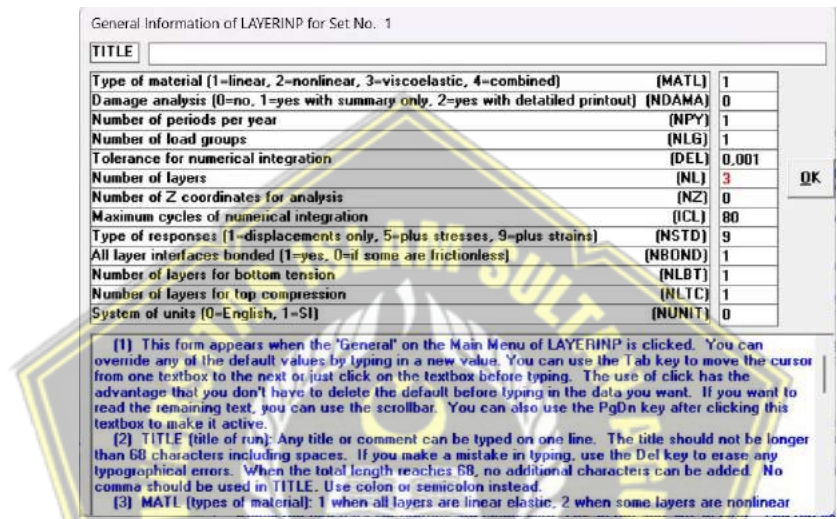
Dari beberapa menu pada LAYERINP ada juga menu yang *default* atau tidak perlu *diinput* dan ada juga yang tidak perlu *diinput*. Penjelasan untuk menu pada LAYERINP yaitu sebagai berikut:

1. *File*

Menu *file* berfungsi *menginput file* dalam bentuk baru atau lama.

2. *General*

Menu umum mengenai data perkerasan. Berikut tampilan dalam menu *general* dapat dilihat pada gambar 2.27



Gambar 2. 27 Menu General
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

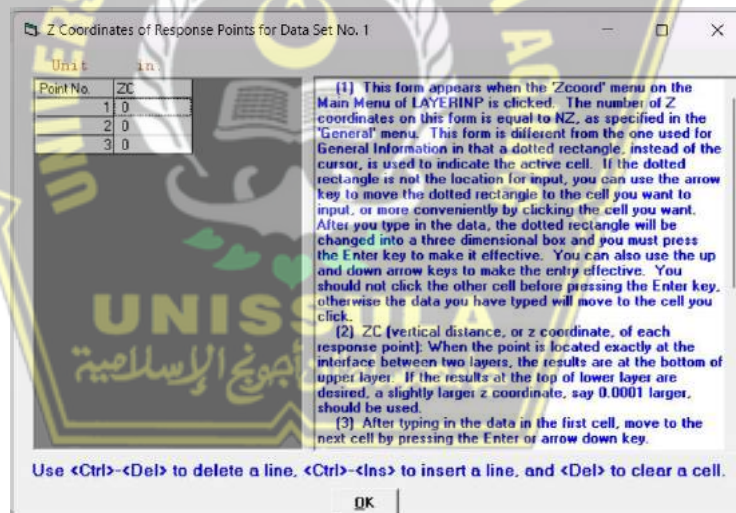
Pada menu *general*, menu yang harus *diinput* adalah sebagai berikut:

- a. Title : Judul file.
- b. MATL : Jenis bahan. (1) jika seluruh lapisan bersifat elastis linier, (2) jika lapisan bersifat elastis nonlinier, (3) jika lapisan bersifat viskoelastik, (4) jika lapisan tersebut merupakan campuran ketiga lapisan di atasnya.
- c. NDAMA : Damage analysis (0) apabila tidak adanya analisis kerusakan (1) ada analisis kerusakan dan terdapat hasil print out (2) ada analisis kerusakan, terdapat hasil print out lebih detail.
- d. DEL : Hasil presisi. Standar presisi 0,001.
- e. NL : Jumlah lapis/layer perkerasan, maksimum 19 layer

- f. NZ : Lokasi koordinat arah Z yang akan dianalisis. NDAMA = $1 / 2$ maka $NZ = 0$ sebab program akan menganalisa koordinat yang mengalami analisis kerusakan
- g. NSTD : Hasil Output. (1) untuk perpindahan vertikal, (5) untuk perpindahan vertikal dan nilai tegangan (9) untuk perpindahan vertikal, nilai tegangan dan nilai regangan.
- h. NBOND : (1) apabila semua lapisan saling terhubung (2) apabila setiap lapisan tidak terikat atau gaya geser tidak dihitung.
- i. NUNIT : Satuan digunakan (0) satuan English, (1) satuan Sistem International.

3. Zcoord

Jumlah poin pada menu ini sama dengan jumlah NZ pada menu *general*. Untuk ZC merupakan jarak vertikal atau jarak arah z dimana jarak tersebut yang akan dianalisis oleh program. Berikut dapat dilihat menu tampilan dari menu *zcoord*.

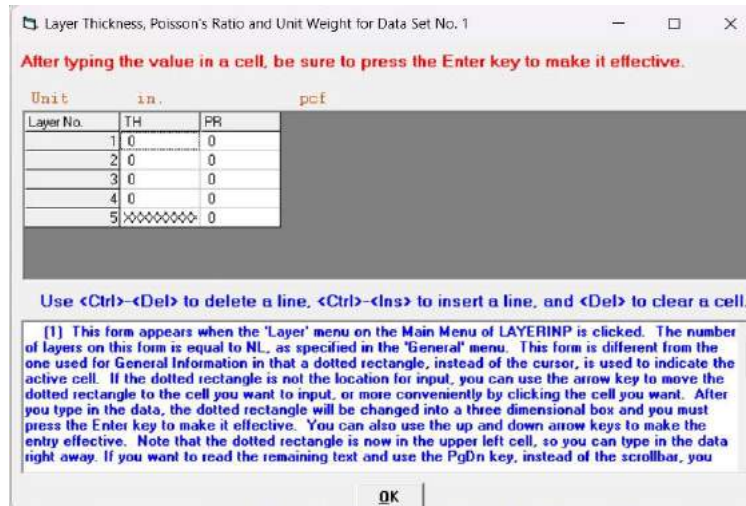


Gambar 2. 28 Tampilan Menu Zcoord

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4. Layer

Pada kolom TH merupakan tebal setiap *layer* dan PR adalah *poisson ratio* tiap lapis. Untuk tampilan menu *layer* dapat dilihat pada gambar 2.29.



Gambar 2. 29 Tampilan Menu Layer
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

5. Interface

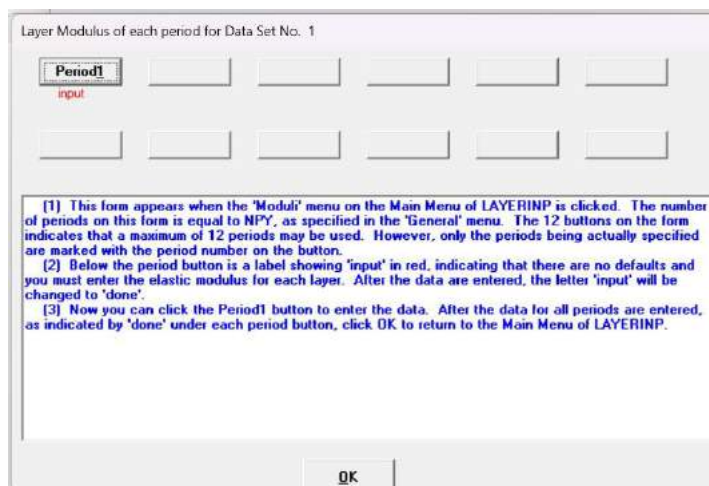
Dalam menu *interface* berhubungan dengan NBOND pada menu *general*. Jika $NBOND = 1$, maka menu *interface* akan *default*. Jika $NBOND = 2$, maka menu *interface* akan keluar seperti gambar berikut.



Gambar 2. 30 Tampilan Menu Interface
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

6. Moduli

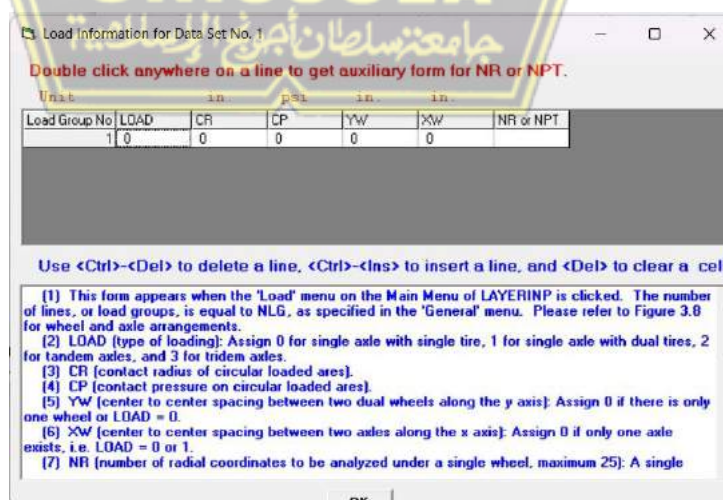
Yaitu jumlah periode saat analisis, yaitu dengan jumlah NPY dalam menu *general*. Maksimum periode dalam menu ini adalah 12. Pada kolom E merupakan nilai modulus elastisitas tiap layer. Di bawah ini dapat dilihat tampilan dari menu modulus elastisitas.



Gambar 2. 31 Tampilan Menu Modulus Elastisitas
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

7. Load

Yaitu beban yang dianalisis pada pemodelan perkerasan ini, jumlah unit sama dengan NLG pada menu *general*. Pada kolom *load* (0) untuk sumbu tunggal roda tunggal, (1) untuk sumbu tunggal roda ganda, (2) sumbu tandem, (3) sumbu *triple*. Pada kolom CR ada radius kontak pembebanan. Pada kolom CP adalah nilai beban dan pada kolom YW dan XW adalah jarak antar roda arah x dan arah y. jika kolom *load* = 0 maka kolom YW dan XW sama dengan nol. Pada kolom NR dan NPT merupakan titik koordinat tegangan dan regangan yang ditinjau. Tampilan menu load dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. 32 Tampilan Menu Load
((Sumber: Dokumentasi Pribadi))

8. KENLAYER

Pada menu KENLAYER digunakan untuk analisis.



2.10 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 27 Rekapitulasi Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan Penelitian	Perbedaan Penelitian
1	Kajian Tingkat Kerusakan Menggunakan Metode PCI Pada Ruas Jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo (Samsul R.H., 2018)	<ol style="list-style-type: none"> Hasil Penelitian Menunjukkan terdapat 7 macam kerusakan yang terjadi pada ruas Jalan Ir. Sutami Kecamatan Wonoasih Kota Probolinggo. Jenis kerusakannya adalah Alur (Rutting) sebesar 50,03%, Tambalan (Patching) sebesar 26,34%, Retak Kulit Buaya (Alligator Cracking) sebesar 20,37%, Pelapukan dan Butiran Lepas (Weathering and Raveling) sebesar 2,2%, Persilangan Jalan Rel (Railroad Crossing) sebesar 0,69%, Lubang (Pothole) sebesar 0,17%, dan yang terakhir Ambblas (Depression) sebesar 0,02%. Kerusakan – kerusakan yang terjadi akibat dari kondisi curah hujan yang tinggi (>900mm/thn) & Volume Lalu Lintas Harian melebihi ketentuan binamarga. Didapat nilai rata – rata PCI sebesar 51,5 yang menunjukkan kondisi perkerasan jalan dalam kondisi Sedang/Fair. Kondisi kerusakan jalan dapat diberikan rekomendasi perbaikan jalan dengan metode Asphalt institute MS-17 yaitu dilakukan penambalan (paching) serta dilapisi ulang (overlay). 	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan PCI (Pavement Condition Index) Mengevaluasi Perkerasan Lentur 	<ol style="list-style-type: none"> Lokasi Kota Probolinggo. Menggunakan metode IRI. Menganalisis korelasi antara PCI dan IRI. Menggunakan program KENPAVE.
2	Analisis Penentuan Penanganan Jalan Nasional Metode International Rougness Index (IRI) Dan Pavement Condition Index (PCI)	<ol style="list-style-type: none"> Untuk survei kondisi jalan berdasarkan data International Roughness Index (IRI) adalah kondisi 100% mantap dengan kondisi baik sebesar 26,05% dan kondisi sedang 73,95%. Dalam pelaksanaan survei International Roughness Index (IRI) di lakukan dengan 2 (dua) lajur sehingga untuk kondisi jalan perlajur, maka untuk lajur (L1) kondisi 100% mantap sedangkan pada lajur (R1) kondisi jalan 99,03% mantap dan 0,70% tidak mantap; 	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan metode PCI dan IRI. Mengevaluasi perkerasan lentur. 	<ol style="list-style-type: none"> Lokasi ruas Jalan Kalukku-Bts Kota Mamuju. Penambahan evaluasi perkerasan kaku. Dilakukan perencanaan penanganan untuk kerusakan.

	(Yunus, Aries, et al., 2022)	2. Untuk kondisi jalan berdasarkan PCI (Pavement Condition Index) atau kondisi jalan berdasarkan tingkat dan jenis kerusakan jalan kemandapan jalan 96,13% yang meliputi Kondisi Sangat Baik 22,605 Km, Baik 2,200 Km dan Kondisi Sedang 2,500 Km. Untuk kondisi jalan yang tidak mantap 3,87% sepanjang 1,100 Km. Dari Kondisi tersebut jenis kerusakan yang ada yaitu retak buaya, retak garis, lubang, tambalan, pelapukan/pelepasan butir, retak memanjang/melintang. Berdasarkan jenis perkerasannya untuk perkerasan aspal di dominasi oleh retak memanjang/melintang dan untuk perkerasan beton/rigid pavement di dominasi oleh retak garis		4. Evaluasi untuk metode PCI menggunakan software eMGe Live. 5. Menggunakan program KENPAVE.
3	Evaluasi Kondisi Struktural Pada Jalan Berdasarkan Hubungan Antara Ketidakrataan Permukaan Jalan (IRI) Dan Indeks Kondisi Jalan (RCI) (Rangga M.U. et. al., 2016)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tingkat kerusakan jalan rata-rata Ruas Jalan Selajambe-Cibogo-Cibeet 5,130 % 2. Jenis kerusakan meliputi: Lubang Dalam (LT), Lubang Dangkal (LR), Retak Melintang Rendah (RLR), Retak Melintang Sedang (RLS), Retak Melintang Tinggi (RLT), Retak Memanjang Rendah (RPR), Retak Memanjang Sedang (RPS), Retak Tidak Beraturan Rendah (RTAR), Retak Tidak Beraturan Sedang (RTAS), Retak Buaya (RC), Amblas (AM), Alur (AL), Gelombang (GL), Geser (GE), Pelepasan Butir (PB), Tambalan Struktural (TS), Tambalan Laburan (TL), Retak (D Cracking). 3. Tingkat kerataan permukaan Jalan Selajambe-Cibogo-Cibeet adalah IRI = 4,00 m/km, IP = 1,824 dan RCI = 6,87. Pengukuran dalam keadaan banyak lubang-lubang dan bekas tambalan yang tidak rata. 4. Jalan memiliki kondisi permukaan baik IRI < 6, RCI (6-7), namun fungsi pelayanan IP/PSI masih kurang baik karena < 2. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan metode IRI. 2. Mengevaluasi perkerasan lentur. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lokasi ruas Jalan Selajambe – Cibogo – Cibeet, Cianjur. 2. Mengevaluasi perkerasan kaku. 3. Menggunakan metode RCI 4. Dilakukan perencanaan penanganan untuk kerusakan. 5. Menggunakan program KENPAVE.
4	Penilaian Kondisi Jalan Menggunakan	1. Penilaian dengan menggunakan PASER dan IRI Roadroid menghasilkan nilai kondisi fungsional jalan, akan tetapi	1. Menggunakan metode IRI.	1. Lokasi di ruas jalan Kabupaten Sragen.

	<i>Asphalt Paser (Pavement Surface Evaluation And Rating) Dan Iri (International Roughness Index) Roadroid (Pangesti R.D. Et. Al., 2021)</i>	<p>menggunakan metode atau cara berbeda. Penilaian PASER dilakukan secara visual dan pengukuran langsung di lapangan, yaitu dengan memilih kerusakan dan mengukur kerusakan jalan yang ada di permukaan jalan. Sedangkan nilai IRI Roadroid menggunakan alat bantu berupa aplikasi Roadroid yang dipasangkan pada smartphone, penilaian tersebut mengukur perbandingan antara naik turun dan jarak yang dilalui lajur kendaraan roda kendaraan. Nilai IRI Roadroid ini dimaksudkan untuk mengukur kenyamanan berkendara.</p> <p>2. nilai r terdapat korelasi negatif antara penilaian menggunakan Asphalt PASER dengan IRI Roadroid bernilai -0,14. Korelasi negatif tersebut menunjukkan bahwa penilaian Asphalt PASER dengan IRI Roadroid penilaiannya berbalik. Semakin tinggi nilai Asphalt PASER, maka semakin rendah nilai IRI Roadroid.</p>	<p>2. Menggunakan metode korelasi <i>Pearson</i> dalam menganalisis kedua metode.</p> <p>3. Mengevaluasi perkerasan lentur.</p>	<p>2. Menggunakan metode penilaian <i>asphalt passer</i>.</p> <p>3. Menggunakan program KENPAVE.</p>
5	<i>Evaluation Of Road The Road Pavement Damage With Bina Marga Method And Pavement Condition Index Method (Isradi M. et. al., 2020)</i>	<p>1. Jenis kerusakan yang terjadi pada jalur busway di Jalan M.H. Thamrin adalah retak melintang, retak memanjang, retak alur, retak acak, retak tepi, dan sambungan sambungan refleksi.</p> <p>2. Hasil penilaian kerusakan jalan berdasarkan metode Bina Marga di Jalan M.H. Thamrin memiliki nilai rata-rata 7 yang berarti kondisi jalan pada jalur tersebut dalam kondisi cukup baik dan perlu dilakukan program pemeliharaan rutin.</p> <p>3. Hasil perhitungan metode <i>Pavement Condition Index (PCI)</i> pada ruas tersebut diperoleh nilai 70,8% termasuk dalam kategori kondisi "baik".</p> <p>4. Hasil penilaian Jalan M.H. Thamrin dengan metode Bina Marga dan metode <i>PCI</i> ternyata menghasilkan penilaian yang relatif sama, yaitu kondisi jalan masih dalam kondisi cukup baik namun memerlukan pemeliharaan dan perbaikan.</p>	<p>1. Menggunakan metode <i>PCI</i>.</p> <p>2. Mengevaluasi perkerasan lentur.</p>	<p>1. Lokasi di ruas jalan M.H. Thamrin DKI Jakarta.</p> <p>2. Tidak dilakukan analisis korelasi antara kedua metode.</p> <p>3. Menggunakan program KENPAVE.</p>
6	Evaluasi Nilai Kondisi Perkerasan Jalan Nasional	<p>1. Hasil analisis kondisi permukaan jalan Prambanan - Pakem menggunakan Metode <i>Pavement Condition Index (PCI)</i> diperoleh nilai sebesar 77.4 atau dalam kategori "Satisfactory"</p>	<p>1. Menggunakan metode <i>PCI</i>.</p>	<p>1. Lokasi di ruas jalan Prambanan – Pakem.</p>

	Dengan Metode <i>Pavement Condition Index</i> (PCI) Menggunakan Aplikasi <i>Road Evaluation And Monitoring System</i> (REMS) (Studi Kasus Ruas Jalan Prambanan – Pakem) (Muhammad F. et. al., 2019)	atau “Memuaskan”. Sedangkan hasil analisis PCI menggunakan aplikasi REMS diperoleh nilai sebesar 80.03 dalam kategori “Satisfactory” atau “Memuaskan”. Perbandingan nilai antara PCI manual dan PCI REMS didapat sebanyak terdapat 15 segmen dari 30 segmen memiliki perbedaan simpang yang melebihi 1%. Segmen yang memiliki simpangan > 1% disebabkan oleh pengambilan nilai CDV serta ketelitian dalam membaca grafik (DV dan CDV). Dalam metode PCI untuk pemilihan nilai CDV, dipilih dari nilai paling tinggi tetapi untuk PCI REMS diambil nilai dengan urutan pertama.	2. Mengevaluasi perkerasan lentur.	2. Menggunakan aplikasi <i>REMS</i> 3. Menggunakan program KENPAVE.
7	Evaluasi Perkerasan Jalan, Pemeliharaan Dan Peningkatan, Dengan Metode Analisa Komponen Beserta Rencana Anggaran Biaya (Rab) Ruas Jalan Wonogiri – Pracimantoro, Kabupaten Wonogiri Sta 2+000 – Sta 4+000 (Pradima, D.A., 2022)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis kerusakan yang terjadi di ruas Jalan Wonogiri – Pracimantoro STA 2+000 – STA 4+000 adalah : <ol style="list-style-type: none"> a. Retak Kulit Buaya (Alligator Cracking) b. Retak Memanjang (Longitudinal Cracking) c. Lubang (Pothole) d. Bergelombang (Corrugation) e. Pelepasan Butir (Raveling) f. Pengausan (Polished) g. Sungkur (Shoving) 2. Secara keseluruhan tingkat kerusakan berdasarkan nilai rata-rata PCI untuk ruas Jalan Wonogiri – Pracimantoro STA 2+000 – STA 4+000 adalah 38,7 dikategorikan sangat jelek (Verry Poor). Untuk jenis kerusakan yang dikategorikan Verry Poor, dilakukan perencanaan penambalan dan overlay, kemudian dilakukan evaluasi perkerasan jalan, pemeliharaan, dan peningkatan dengan metode analisa komponen beserta Rencana Anggaran Biaya ruas jalan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan metode PCI. 2. Mengevaluasi perkerasan lentur. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lokasi jalan di ruas jalan Kabupaten Wonogiri. 2. Dilakukan perencanaan penanganan perbaikan kerusakan. 3. Dilakukan perencanaan biaya penanganan kerusakan jalan. 4. Menggunakan program KENPAVE.

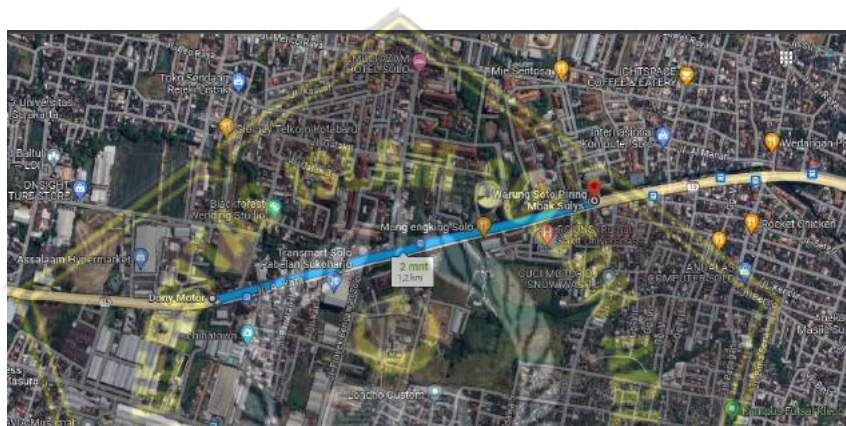
		<p>3. Perbaikan jalan dilakukan berdasarkan metode perbaikan & perawatan standar. Adapun tipe penanganan perbaikan dan jenis kerusakan yang terjadi di ruas Jalan Wonogiri – Pracimantoro STA 2+000 – STA 4+000 adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Galian Perkerasan Beraspal, untuk jenis kerusakan Lubang (Pothole), Bergelombang (Corrugation), Retak Kulit Buaya (Alligator Cracking), Sungkur (Shoving), dengan volume = 90,22 m³. b. Metode Perbaikan P5 (Penambalan Lubang), untuk jenis kerusakan kerusakan Lubang (Pothole), Bergelombang (Corrugation), Retak Kulit Buaya (Alligator Cracking), Sungkur (Shoving), volume = 199,837 Ton. c. Metode Perbaikan P4 (Pengisian Retak) / Filler, untuk jenis kerusakan Retak Memanjang (Longitudinal Cracking), dengan volume = 20,182 Liter. d. Metode Perbaikan P2 (Laburan Aspal Setempat) / (Buras), untuk jenis kerusakan Pengausan (Polished), Pelepasan Butir (Raveling), dengan volume = 922,71 m². e. Setelah perbaikan, dilakukan perhitungan perencanaan tebal perkerasan tambahan (Overlay) dengan metode Analisa komponen menggunakan LASTON Ms.744 diperoleh tebal 12,5 cm. <p>4. Total biaya yang diperlukan dalam usaha perbaikan peningkatan mutu pada ruas Jalan Wonogiri – Pracimantoro STA 2+000 – STA 4+000 Tahun 2022 adalah sebesar Rp 2.357.603.000,00. Perbaikan kerusakan pada ruas Jalan Wonogiri – Pracimantoro STA 2+000 – STA 4+000 direncanakan dalam waktu 6 hari.</p>		
--	--	--	--	--

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada ruas jalan nasional, tepatnya di Jalan Surakarta – Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Pemilihan lokasi ini didasarkan oleh banyaknya kemunculan kerusakan baru yang disebabkan oleh intensitas kendaraan yang lewat di sepanjang ruas jalan ini. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dinas terkait dalam pemeliharaan kerusakan jalan di ruas jalan yang diteliti. Peta lokasi penelitian dapat dilihat di gambar 3.1



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber: google maps)

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian evaluasi nilai kondisi perkerasan pada ruas Jalan Nasional Surakarta – Kartasura menggunakan metode penelitian deskriptif analitis, Metode ini melibatkan deskripsi objek penelitian yang telah dikumpulkan melalui sampel, dengan tujuan menyusun kesimpulan yang dapat diterapkan secara umum. (Sugiyono, 2009).

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian evaluasi nilai kondisi perkerasan ruas Jalan Nasional Surakarta – Kartasura meliputi:

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui survey langsung di lapangan untuk mengetahui kondisi fisik jalan yang diteliti. Data primer yang diperoleh dari survey langsung di lapangan antara lain:

1. Jenis, jumlah, dimensi, dan kelas kerusakan jalan.
2. Dokumentasi kondisi kerusakan perkerasan jalan.
3. Pengamatan terkait faktor-faktor lain yang mempengaruhi perkerasan jalan.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung yang didapat dari buku literatur, jurnal, skripsi, situs internet, dan instansi-instansi terkait. Data-data sekunder pada ruas Jalan Nasional Surakarta – Kartasura diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta yang meliputi:

1. Data International Roughness Index (IRI)
2. Data Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR)
3. Data Perkerasan

3.4 Teknik Pengolahan Data

3.4.1 Survey Data Lapangan

Survey data lapangan dilaksanakan untuk memperoleh data kerusakan jalan meliputi jenis kerusakan, jumlah kerusakan, dimensi kerusakan, dan kelas kerusakan. Dalam pelaksanaan survey lapangan, alat yang digunakan yaitu:

1. Alat tulis
2. Papan dada
3. Roll meter, untuk mengukur jarak tiap STA.
4. Penggaris, untuk mengukur kedalaman kerusakan.
5. Cat semprot, untuk menandai tiap STA dan kerusakan.
6. Form survei, untuk mencatat data – data lapangan. Format form dapat dilihat pada Gambar 3.2

SURVEY KONDISI KERUSAKAN JALAN

STA	Ukuran Masing-Masing Kerusakan (m)				Jenis Kerusakan	Kelas Kerusakan
	p	l	d	A		

Gambar 3. 2 Form Survei Lapangan

3.4.2 Perhitungan Dan Analisis Nilai PCI

Secara singkat, tahapan dalam pengolahan data untuk mendapatkan nilai PCI yaitu:

1. Menghitung *density* yang merupakan presentase jenis kerusakan terhadap luasan segmen penelitian.
2. Menghitung nilai *deduct value* setiap segmen penelitian.
3. Menghitung nilai *total deduct value* (TDV).
4. Menghitung *corrected deduct value* (CDV).
5. Menghitung nilai PCI untuk setiap segmen penelitian.
6. Menghitung dan menentukan total nilai rata – rata PCI tiap segmen.

3.4.3 Nilai IRI

Nilai IRI yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta. Metode yang digunakan BBPJN dalam memperoleh data IRI adalah dengan menggunakan mobil *Hawkeye* 2000.

3.4.4 Analisis Korelasi

Setelah mendapatkan nilai PCI dan IRI dari ruas Jalan Nasional Surakarta – Kartasura, maka selanjutnya dilakukan analisis korelasi antara PCI dan IRI dengan menggunakan program *Microsoft excel*.

3.4.4.1 Penggunaan Microsoft Excel Untuk Mencari Korelasi Antara PCI – IRI

Berikut langkah – langkah analisis koefisien korelasi antara PCI dan IRI menggunakan metode *Pearson* pada program *Microsoft excel*.

1. Membuka program *Microsoft excel*.
2. Masukkan data PCI dan IRI pada tabel.

3. Buka *toolbar* menu *formulas*.
4. Pilih *more function* pada menu *formulas*. Setelah itu pilih *statistical* dan pilih *Pearson*, kemudian akan muncul *windows function arguments*.
5. Pada bagian *array 1*, klik tombol *selection* untuk melakukan seleksi data variabel *x* yang akan dianalisis.
6. Pada bagian *array 2*, klik tombol *selection* untuk melakukan seleksi data variabel *y* yang akan dianalisis.
7. Pilih *ok* untuk memastikan data yang telah dimasukkan adalah benar.
8. Output yang didapat adalah nilai koefisien korelasi dari kedua data tersebut.

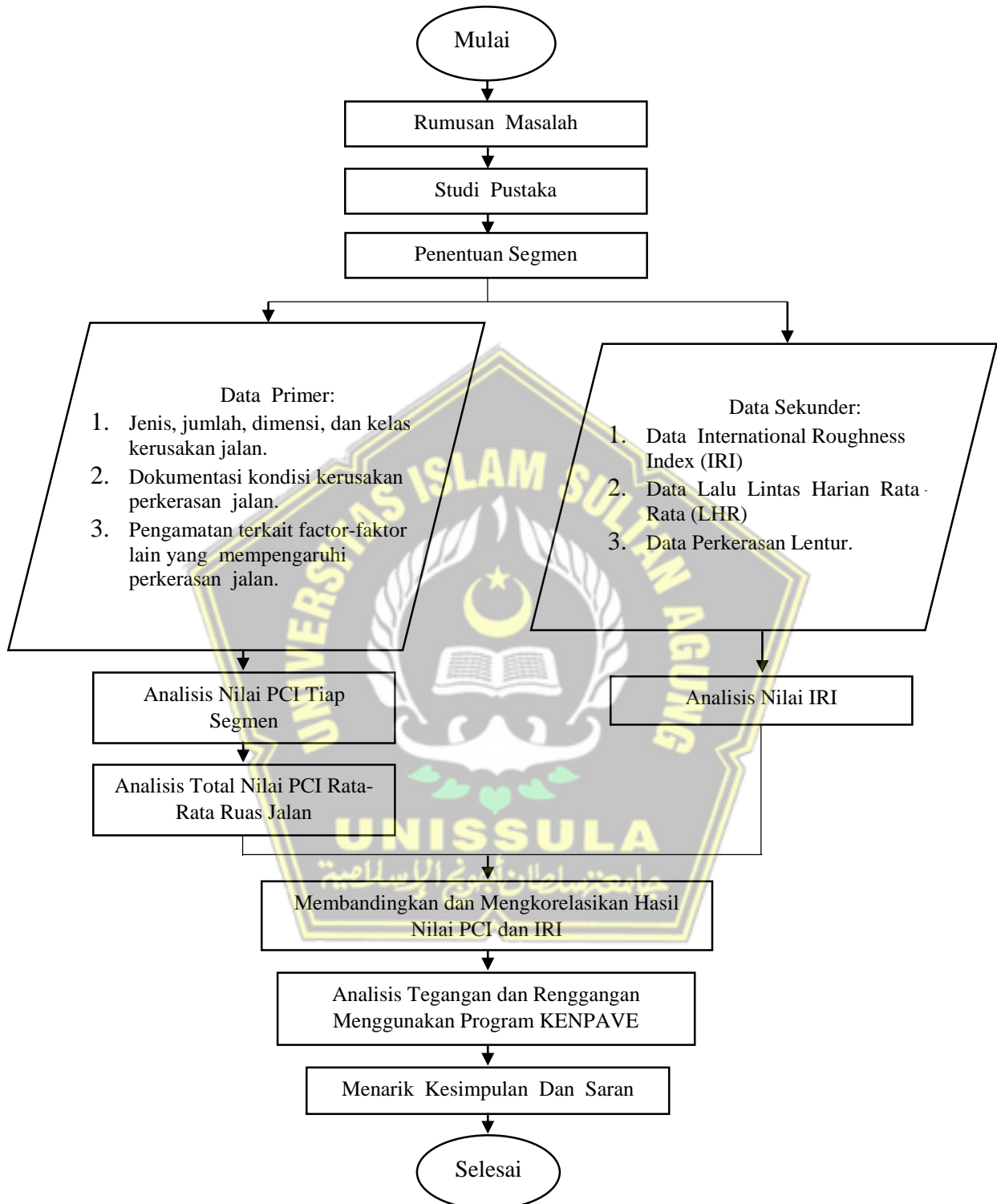
3.4.5 Analisis Tegangan Rengangan Menggunakan Program KENPAVE

Penggunaan program KENPAVE akan memudahkan dalam mendapat nilai tegangan, regangan, dan nilai deformasi di berbagai titik pada struktur perkerasan. Namun ada beberapa titik atau lokasi penting yang digunakan dalam analisis perkerasan.



3.5 Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat melalui diagram alir pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

3.6 Data Analisis

3.6.1 Mulai

Pada tugas akhir evaluasi jalan ini, peneliti memilih lokasi jalan yang berada pada Ruas Jalan Nasional batas Kota Surakarta – Kartasura, KM 0+920 – KM 2+120. Pemilihan ruas jalan ini didasarkan pada syarat jalan untuk tugas akhir yaitu dengan lebar jalan minimal 7 meter. Penentuan panjang jalan yang diteliti sepanjang 1,2 km ini didasarkan pada jalan yang secara visual terlihat memiliki cukup banyak kerusakan.

3.6.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada jalan ini, maka perumusan masalah yang dapat ditulis pada penelitian ini yaitu dengan mengikuti keadaan yang ada. Perumusan masalah ini juga memiliki batasan-batasan yang bertujuan untuk membatasi penelitian agar tidak terlalu jauh terkait judul pembahasan. Masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah seputar evaluasi menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan IRI (*International Roughness Index*).

3.6.3 Studi Pustaka

Pada penelitian ini digunakan studi literatur dengan panduan jurnal ilmiah dan tugas akhir terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Peneliti menggunakan situs web *Google scholar* dan perpustakaan daring dari perguruan tinggi dalam memperoleh referensi yang kredibel.

3.6.4 Penentuan Segmen

Penentuan segmen pada lokasi penelitian ini digunakan ukuran panjang 50 meter dan lebar 8 meter. Penentuan ini didasarkan pada tujuan keakuratan data dan efektivitas dalam survey lapangan. Maka dari pembagian segmen sepanjang 1,2 km, didapatkan 48 segmen dengan rincian 24 segmen untuk jalur kanan dan 24 segmen untuk jalur kiri.

3.6.5 Data Primer

Data primer diperoleh dengan cara survey langsung di lapangan. Survey lapangan ini dilakukan dengan pengamatan secara visual dan pencatatan data. Data yang dicatat meliputi jenis kerusakan jalan, jumlah kerusakan jalan, tingkat kerusakan jalan, dan dokumentasi. Pencatatan data menggunakan form yang

telah disediakan. Dokumentasi diambil menggunakan telepon genggam. Pada bagian ini juga peneliti memberikan penomoran sta pada jalan dengan format per 50 meter. Data-data yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisis.

3.6.6 Data Sekunder

Data sekunder peneliti peroleh dengan bekerja sama dengan pihak BBPJN (Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional) Jawa Tengah – DI Yogyakarta. Data sekunder yang diperoleh adalah data IRI (*International Roughness Index*) dengan format setiap 100 meter, data LHR (lalu lintas harian rata – rata), dan data perkerasan Data sekunder ini selanjutnya akan dianalisis.

3.6.7 Analisis Nilai PCI Tiap Segmen

Data primer yang telah diperoleh dari survey lapangan selanjutnya dianalisis. Menentukan nilai *density*, yaitu merupakan presentase kerusakan terhadap luasan segmen. Selanjutnya menentukan nilai *deduct value*, yaitu nilai pengurangan yang didapat dari kurva hubungan *density* dan *deduct value* setiap jenis kerusakan. Selanjutnya menentukan *total deduct value*, yaitu jumlah nilai *deduct value* untuk setiap jenis dan tingkat kerusakan. Selanjutnya menentukan *corrected deduct value*, yaitu nilai yang diperoleh dari kurva hubungan antara TDV dan CDV. Selanjutnya dapat ditentukan nilai PCI setiap segmen yaitu setiap 50 meter..

3.6.8 Analisis Total Nilai PCI Rata – Rata Ruas Jalan

Setelah nilai PCI setiap segmen didapatkan, maka selanjutnya dapat dihitung nilai PCI rata-rata pada ruas jalan ini. Nilai akhir tersebut dapat dicocokkan dengan tabel nilai kondisi perkerasan. Dimana 0 - 10 kategori gagal, 11 - 25 kategori sangat jelek, 26 - 40 kategori jelek, 41 - 55 kategori rata-rata, 56 - 70 kategori baik, 71 - 85 kategori sangat baik, dan 86 - 100 kategori sempurna.

3.6.9 Analisis Nilai IRI

Penentuan segmen pada data IRI digunakan 100 meter setiap segmen. Hal ini karena mengacu standar yang didapat dari BBPJN. Data yang didapat meliputi setiap lajur dan jalur, dengan rincian 2 lajur kanan dan 2 lajur kiri. Selanjutnya didapat dalam data adalah rata-rata tiap segmen sekaligus dapat dikategorikan kondisi pelayanan jalannya. Dimana ≤ 4 kategori baik, 4,1 - 8 kategori sedang, 8,1 - 12 kategori rusak ringan, ≥ 12 kategori rusak berat.

3.6.10 Membandingkan Hasil Nilai PCI dan IRI

Setelah mengetahui nilai setiap segmen dan rata – rata antara nilai PCI dan nilai IRI maka selanjutnya dapat dibandingkan antara kedua data tersebut. Penggunaan *Microsoft Excell* dan aplikasi SPSS akan mendapatkan nilai perbandingan antara kedua data tersebut. Dimana nilai perbandingan 0,000 – 0,199 kategori sangat rendah, 0,200 – 0,399 kategori rendah, 0,400 – 0,599 kategori sedang, 0,600 – 0,799 kategori kuat, 0,800 – 1,000 kategori sangat kuat.

3.6.11 Analisis Tegangan Rengangan Menggunakan Program KENPAVE

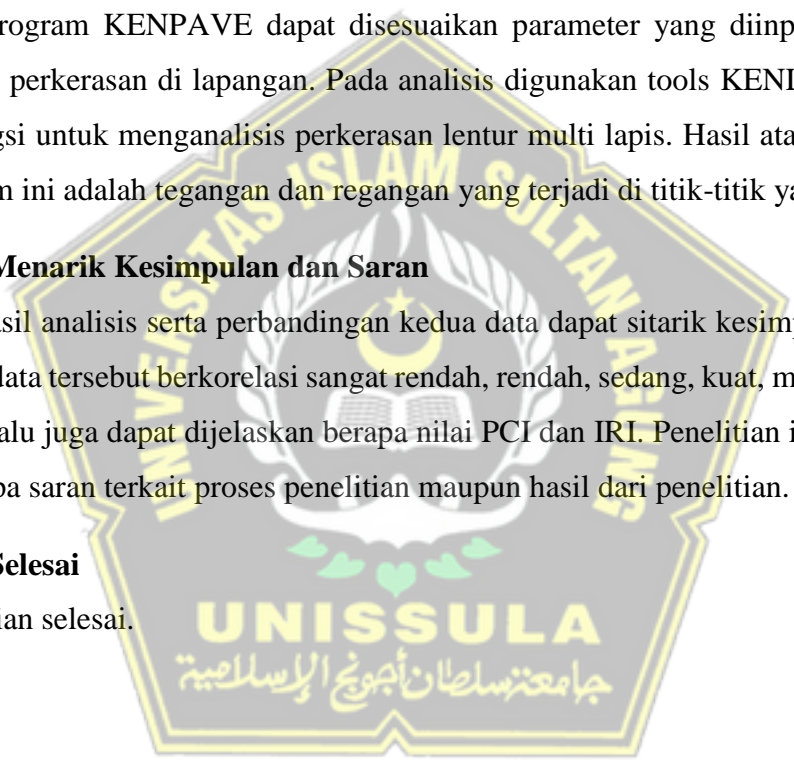
Dari data perkerasan yang didapat, dilakukan pemodelan di program KENPAVE. Pada program KENPAVE dapat disesuaikan parameter yang diinput mengikuti kondisi perkerasan di lapangan. Pada analisis digunakan tools KENLAYER yang berfungsi untuk menganalisis perkerasan lentur multi lapis. Hasil atau output dari program ini adalah tegangan dan regangan yang terjadi di titik-titik yang ditinjau.

3.6.12 Menarik Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis serta perbandingan kedua data dapat ditarik kesimpulan apakah kedua data tersebut berkorelasi sangat rendah, rendah, sedang, kuat, maupun sangat kuat. Lalu juga dapat dijelaskan berapa nilai PCI dan IRI. Penelitian ini juga dapat beberapa saran terkait proses penelitian maupun hasil dari penelitian.

3.6.13 Selesai

Penelitian selesai.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

4.1.1 Kondisi Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – Km 2+120

4.1.1.1 Data Teknis Jalan

Data yang diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta adalah sebagai berikut:

1. Status Jalan : Jalan Nasional Arteri Primer
2. Tipe Perkerasan : Perkerasan Lentur
3. Lebar jalan : 17,5 meter
4. Konfigurasi lajur : 4/2 D
5. Lebar lajur : 4 meter
6. Lebar Median : 1,5 meter
7. Panjang jalan (yang diteliti) : 1,2 km

4.1.1.2 Data Kerusakan Jalan

Data kerusakan yang digunakan adalah data yang diperoleh langsung di lapangan. Data kerusakan dicatat dalam formulir kerusakan jalan menggunakan metode pengamatan langsung. berikut beberapa dokumentasi kerusakan jalan yang ditemui di lapangan.



Gambar 4. 1 Pengausan
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 2 Sungkur
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 3 Pelepasan Lapisan
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 4 Retak Memanjang Dan Melintang
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 5 Kegungkan
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 6 Lubang
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 7 Retak Rambut
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

4.1.1.2.1 Survey Data Kerusakan

Berikut merupakan contoh survey kerusakan pada STA 1+820 – 1+870 pada jalur kiri. Dengan peralatan survey :

- Mistar 1,2 meter
- Roll meter atau meteran
- Penggaris

Setelah itu dilakukan pengamatan dan didapat kerusakan dan diukur dimensi kerusakan yang ada, dengan didapat beberapa jenis kerusakan sebagai berikut:

a. Kerusakan Lubang

Untuk kerusakan lubang diukur diameter terpanjang dan kedalaman lubang. Diameter lubang diukur menggunakan mistar, meteran, ataupun roll meter dan untuk kedalaman digunakan penggaris. Berikut dokumentasi pengambilan data kerusakan kerusakan lubang.



Gambar 4. 8 Pengukuran Dimensi Kerusakan Lubang
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 9 Pengukuran Kedalaman Kerusakan Lubang
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

b. Kerusakan Pelepasan Lapisan

Untuk kerusakan pelepasan lapisan diukur panjang dan lebar kerusakan. Diukur menggunakan roll meter sesuai panjang dan lebar kerusakan. Berikut dokumentasi pengambilan data kerusakan kerusakan pelepasan lapisan.



Gambar 4. 10 Pengukuran Dimensi Kerusakan Pelepasan Lapisan
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 11 Pengukuran Dimensi Kerusakan Pelepasan Lapisan
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

c. Kerusakan Pengausan

Untuk kerusakan pelepasan lapisan diukur panjang dan lebar kerusakan. Diukur menggunakan roll meter sesuai panjang dan lebar kerusakan. Berikut dokumentasi pengambilan data kerusakan kerusakan pengausan.



Gambar 4. 12 Pengukuran Dimensi Kerusakan Pengausan
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 13 Pengukuran Dimensi Kerusakan Pengausan
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

d. Kerusakan Retak Kulit Buaya

Untuk kerusakan pelepasan lapisan diukur panjang dan lebar kerusakan. Diukur menggunakan roll meter sesuai panjang dan lebar kerusakan. Berikut dokumentasi pengambilan data kerusakan kerusakan retak kulit buaya.



Gambar 4. 14 Pengukuran Dimensi Kerusakan Retak Kulit Buaya
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 15 Pengukuran Dimensi Kerusakan Retak Kullit Buaya
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

e. Kerusakan Retak Rambut

Untuk kerusakan pelepasan lapisan diukur panjang dan lebar kerusakan. Diukur menggunakan roll meter sesuai panjang dan lebar kerusakan. Berikut dokumentasi pengambilan data kerusakan kerusakan retak rambut.



Gambar 4. 16 Pengukuran Dimensi Kerusakan Retak Rambut
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil survey kerusakan Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – Km 2+120.

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Survey Kerusakan Jalan Jalur Kiri

STA	Jenis Kerusakan	Σ	Ukuran Masing-masing Kerusakan (m)			A (m ²)	Kelas Kerusakan	Densitas
			p	l	d			
0+920-0+970	Pengausan	1	7	1		7	L	1,75
	Retak Kulit Buaya	1	3,5	4		14	M	3,50
0+970-1+020	Pengausan	1	10,5	1		10,5	L	2,63
1+020-1+070	Pengausan	1	1,5	1		1,5	L	0,38
	Pengausan	1	9	1		9	L	2,25
	Retak Kulit Buaya	1	4,5	1		4,5	M	1,13
	Retak Kulit Buaya	1	9	1,5		13,5	M	3,38
1+070-1+120	Jembul	1	1	0,5		0,5	L	0,13
	Pengausan	1	18,5	0,5		9,25	L	2,31
	Pengausan	1	15	0,5		7,5	L	1,88
	Retak Kulit Buaya	1	11	1		11	M	2,75
1+120-1+170	Pengausan	1	6	0,5		3	L	0,75
	Pengausan	1	11	0,5		5,5	L	1,38
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25
	Sungkur	1	32	0,5		16	L	4,00
1+170-1+220	Pengausan	1	10	0,5		5	L	1,25
	Pengausan	1	7	4		28	L	7,00
	Retak Memanjang	1	2	0,01		0,02	L	2,00
	Retak Memanjang	1	4,5	0,01		0,045	L	4,50
	Retak Rambut	1	3	4		12	L	3,00
	Sungkur	1	5	0,5		2,5	L	0,63
1+220-1+270	Pengausan	1	12	0,5		6	L	1,50
	Retak Kulit Buaya	1	3	1		3	M	0,75
	Retak Memanjang	1	11	0,01		0,11	L	11,00
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25
	Retak Rambut	1	3	0,5		1,5	L	0,38
	Retak Rambut	1	3	0,5		1,5	L	0,38
1+270-1+320	Pengausan	1	12	0,5		6	L	1,50
	Retak Rambut	1	37	0,3		11,1	L	2,78
1+320-1+370	Pelepasan Lapisan	1	2,5	0,5		1,25	L	0,31
	Pelepasan Lapisan	1	1	1		1	L	0,25
	Retak Rambut	1	9,5	1		9,5	L	2,38
	Retak Rambut	1	16	2		32	L	8,00
	Retak Rambut	1	15,5	1		15,5	L	3,88

	Retak Rambut	1	15	1		15	L	3,75
1+370-1+420	Pelepasan Lapisan	1	3	1		3	L	0,75
	Pengausan	1	3,5	1,5		5,25	L	1,31
	Retak Rambut	1	21	2		42	L	10,50
	Retak Rambut	1	2	1		2	L	0,50
1+420-1+470	Retak Melintang	1	4	0,01		0,04	L	0,01
	Retak Melintang	1	2	0,01		0,02	L	0,01
	Retak Melintang	1	2	0,01		0,02	L	0,01
1+470-1+520	Pengausan	1	50	4		200	L	50,00
	Retak Melintang	1	4	0,01		0,04	L	0,01
	Retak Rambut	1	1	0,5		0,5	L	0,13
1+520-1+570	Retak Rambut	1	1	0,5		0,5	L	0,13
	Retak Rambut	1	1	0,5		0,5	L	0,13
1+570-1+620	Retak Kulit Buaya	1	0,5	0,5		0,25	M	0,06
	Retak Rambut	1	3	1,5		4,5	L	1,13
1+620-1+670	Lubang	1	0,2	0,1	0,03	0,02	L	1,00
	Lubang	1	0,2	0,1	0,04	0,02	L	1,00
	Pengausan	1	18	2		36	L	1,00
	Pengausan	1	3	0,5		1,5	L	0,38
	Retak Kulit Buaya	1	7	1		7	M	1,75
	Retak Kulit Buaya	1	4	1		4	M	1,00
1+670-1+720	Pengausan	1	17	1		17	L	4,25
	Pengausan	1	14	2		28	L	7,00
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25
	Retak Rambut	1	1,5	0,5		0,75	L	0,19
	Retak Rambut	1	1,5	0,7		1,05	L	0,26
	Retak Rambut	1	4	0,5		2	L	0,50
1+720-1+770	Pelepasan Lapisan	1	5,5	1		5,5	L	1,38
	Pengausan	1	9	0,5		4,5	L	1,13
	Retak Kulit Buaya	1	5	1		5	M	1,25
	Retak Rambut	1	1	0,5		0,5	L	0,13
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25
	Retak Rambut	1	4	1		4	L	1,00
1+770-1+820	Pengausan	1	2,5	3		7,5	L	1,88
	Pengausan	1	13	2		26	L	6,50
	Retak Pinggir	1	6	1		6	L	1,50
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25
	Retak Rambut	1	4	1		4	L	1,00
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25
	Retak Rambut	1	1,5	0,5		0,75	L	0,19
1+820-1+870	Lubang	1	0,2	0,2	0,03	0,04	L	1,00

	Pelepasan Lapisan	1	1,5	1		1,5	L	0,01
	Pengausan	1	11,5	1		11,5	L	2,88
	Pengausan	1	11,5	4		46	L	11,50
	Retak Kulit Buaya	1	8,5	3		25,5	M	6,38
	Retak Kulit Buaya	1	4	2		8	M	2,00
	Retak Rambut	1	6,5	1		6,5	L	1,63
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	3,19
	Retak Rambut	1	8,5	1,5		12,75	L	0,25
	Retak Rambut	1	3	1		3	L	0,75
1+870-1+920	Pelepasan Lapisan	1	7,5	1		7,5	L	1,88
	Pelepasan Lapisan	1	14	2		28	L	7,00
	Pengausan	1	5	4		20	L	5,00
	Pengausan	1	10	4		40	L	10,00
	Retak Kulit Buaya	1	1	1		1	M	0,25
	Retak Rambut	1	4,5	2		9	L	2,25
1+920-1+970	Pengausan	1	25	0,7		17,5	L	4,38
	Pengausan	1	14	2		28	L	7,00
	Retak Kulit Buaya	1	3,5	0,5		1,75	M	0,44
	Retak Kulit Buaya	1	1,5	0,5		0,75	M	0,19
	Retak Melintang	1	2	0,01		0,02	L	0,01
	Retak Rambut	1	2	1		2	L	0,50
	Retak Rambut	1	3	1		3	L	0,75
	Retak Rambut	1	8	2		16	L	4,00
	Retak Rambut	1	4,5	1,5		6,75	L	1,69
1+970-2+020	Pengausan	1	11,5	2		23	L	5,75
	Pengausan	1	30	1,5		45	L	11,25
	Retak Kulit Buaya	1	3	0,5		1,5	M	0,38
	Retak Melintang	1	2	0,01		0,02	L	0,01
	Retak Melintang	1	2	0,01		0,02	L	0,01
	Retak Memanjang	1	6,5	0,01		0,065	L	6,50
	Retak Rambut	1	5	1		5	L	1,25
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25
	Retak Rambut	1	0,5	1,5		0,75	L	0,19
	Retak Rambut	1	2	1		2	L	0,50
2+020-2+070	Pengausan	1	30	0,5		15	L	3,75
	Pengausan	1	13,5	2		27	L	6,75
	Pengausan	1	14	2		28	L	7,00
	Retak Kulit Buaya	1	12	0,5		6	M	1,50
	Retak Kulit Buaya	1	2	4		8	M	2,00
	Retak Rambut	1	7	6,8		47,6	L	11,90
	Retak Rambut	1	3,5	2,5		8,75	L	2,19

2+070-2+120	Pelepasan Lapisan	1	1	0,5		0,5	L	0,13
	Pengausan	1	10	0,5		5	L	1,25
	Retak Rambut	1	2	1		2	L	0,50
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25
	Retak Rambut	1	2	0,5		1	L	0,25

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Survey Kerusakan Jalan Jalur Kanan

STA	Jenis Kerusakan	Σ	Ukuran Masing-masing Kerusakan (m)			A (m ²)	Kelas Kerusakan	Densitas
			p	l	d			
0+920-0+970	Retak Rambut	1	1,5	0,3		1,25	L	0,31
0+970-1+020	Pengausan	1	12	3		36	L	9,00
	Pengausan	1	3	2,6		36	L	9,00
	Retak Kulit Buaya	1	2,5	0,5		36	M	9,00
1+020-1+070	Retak Kulit Buaya	1	8,5	0,6		5,1	M	1,28
	Retak Rambut	1	0,6	0,4		0,24	L	0,06
	Retak Rambut	1	4,5	0,7		3,15	L	0,79
	Sungkur	1	3	0,5		1,5	L	0,38
1+070-1+120	Retak Kulit Buaya	1	2,5	0,6		1,5	M	1,00
	Retak Kulit Buaya	1	1	0,5		0,5	M	1,00
	Retak Rambut	1	9	1		9	L	2,25
	Retak Rambut	1	5	0,8		4	L	1,00
	Retak Selip	1	10	0,45		4,5	L	1,13
1+120-1+170	Pengausan	1	3	4		12	L	3,00
	Retak Kulit Buaya	1	11	0,7		7,7	M	1,93
	Retak Rambut	1	2	0,8		1,6	L	0,40
1+170-1+220	Kegemukan	1	16	0,8		12,8	L	3,20
	Retak Kulit Buaya	1	2,5	1,7		4,25	M	1,06
	Sungkur	1	13	0,5		6,5	L	1,63
1+220-1+270	Pengausan	1	3,5	0,8		2,8	L	0,70
	Retak Rambut	1	3	1,2		3,6	L	0,90
	Retak Rambut	1	8,5	1,2		10,2	L	2,55
	Sungkur	1	5	0,3		1,5	L	0,38
1+270-1+320	Retak Pinggir	1	11	0,4		4,4	L	1,10
	Retak Pinggir	1	4	0,2		0,8	L	0,20
	Retak Pinggir	1	9	0,2		1,8	L	0,45
	Retak Selip	1	6	0,4		2,4	L	0,60
1+320-1+370	Kegemukan	1	12	0,3		3,6	L	0,90
	Retak Kulit Buaya	1	4,5	0,5		2,25	M	0,56
	Retak Rambut	1	3	0,45		1,35	L	0,34
1+370-1+420	Pengausan	1	27	4		108	L	27,00

	Retak Kulit Buaya	1	1	0,5		0,5	M	0,13
1+420-1+470	Kegemukan	1	36	0,5		18	L	4,50
	Retak Kulit Buaya	1	2	0,4		0,8	M	0,20
1+470-1+520	Pengausan	1	15,5	0,7		10,85	L	2,71
	Retak Pinggir	1	12	0,6		7,2	L	1,80
	Retak Rambut	1	0,8	0,5		0,4	L	0,10
1+520-1+570	Amblas	1	5	1,5	0,03	7,5	M	1,88
	Retak Kulit Buaya	1	1	0,4		0,4	M	0,10
	Retak Rambut	1	2,5	0,4		1	L	0,25
1+570-1+620	Retak Pinggir	1	4	0,45		1,8	L	0,45
	Retak Rambut	1	2	0,6		1,2	L	0,30
1+620-1+670	Bergelombang	1	17	4		68	L	17,00
	Pengausan	1	31	7,5		232,5	L	58,13
	Pengausan	1	7	0,7		4,9	L	1,23
	Retak Pinggir	1	15	0,5		7,5	L	1,88
	Sungkur	1	12	2,6		31,2	L	7,80
1+670-1+720	Alur	1	8	2,5	0,015	20	M	5,00
	Bergelombang	1	4	3,5		14	L	3,50
	Pengausan	1	6	0,5		3	L	0,75
	Retak Kulit Buaya	1	3	0,6		1,8	M	0,45
	Retak Kulit Buaya	1	2,6	0,7		1,82	M	1,00
	Retak Kulit Buaya	1	14,5	1		14,5	M	3,63
	Retak Pinggir	1	6	0,4		2,4	L	0,60
	Retak Rambut	1	0,3	0,5		0,15	L	0,04
	Sungkur	1	3	1,4		4,2	L	1,05
	Sungkur	1	0,2	4		0,8	L	0,20
1+720-1+770	Lubang	1	0,5	0,4	0,02	0,2	M	1,00
	Pengausan	1	14	1,2		16,8	L	1,00
	Retak Kulit Buaya	1	2	0,5		1	M	0,25
	Retak Kulit Buaya	1	6	0,5		3	M	0,75
	Retak Kulit Buaya	1	3	0,8		2,4	M	0,60
	Retak Rambut	1	3	1,5		4,5	L	1,13
	Sungkur	1	7	0,6		4,2	L	1,05
1+770-1+820	Pengausan	1	5,5	2		11	L	2,75
	Retak Kulit Buaya	1	7	1,3		9,1	M	2,28
	Retak Kulit Buaya	1	0,3	0,25		0,075	M	0,02
	Retak Kulit Buaya	1	1	0,6		0,6	M	0,15
	Retak Pinggir	1	8	0,4		3,2	L	0,80
1+820-1+870	Jembul	1	1,6	0,4		0,64	L	0,16
	Lubang	1	0,3	0,35	0,02	0,105	L	1,00
	Retak Kulit Buaya	1	2	2		4	M	1,00

	Retak Kulit Buaya	1	1,4	0,5		0,7	M	0,18
	Retak Rambut	1	2	0,6		1,2	L	0,50
1+870-1+920	Lubang	1	0,5	0,3	0,02	0,15	M	1,00
	Retak Kulit Buaya	1	3	1		3	M	0,75
	Retak Kulit Buaya	1	2,5	1,5		3,75	M	0,94
	Retak Memanjang	1	1	0,2		0,2	L	1,00
	Retak Rambut	1	4	0,5		2	L	0,05
1+920-1+970	Pengausan	1	7	1,5		10,5	L	2,63
	Retak Kulit Buaya	1	3	1		3	M	1,00
	Retak Kulit Buaya	1	1	0,3		0,3	M	0,08
1+970-2+020	Alur	1	12	0,5	0,01	6	L	1,50
	Retak Kulit Buaya	1	2,5	0,7		1,75	M	0,44
	Retak Kulit Buaya	1	3	1		3	M	0,75
	Retak Rambut	1	10	0,4		4	L	1,00
2+020-2+070	Lubang	1	2	0,5		1	L	0,25
	Lubang	1	0,4	0,3	0,03	0,12	M	1,00
	Retak Kulit Buaya	1	5	0,5		2,5	M	0,63
	Retak Kulit Buaya	1	4	0,2		0,8	M	0,20
2+070-2+120	Pengausan	1	11	1,5		16,5	L	4,13
	Retak Kulit Buaya	1	2	0,5		1	M	0,25
	Retak Rambut	1	1,5	0,4		0,6	L	0,15
	Retak Rambut	1	7	0,6		4,2	L	1,05

4.1.2 Data Lalu Lintas Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – Km 2+120

Data LHR diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta. Data LHR yang digunakan terhitung dari tahun 2017 – 2021. Berikut merupakan tabel dari LHR yang didapat.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi LHR

No	Jenis Kendaraan	Golongan	LHR Tahun 2016	LHR Tahun 2017	LHR Tahun 2018	LHR Tahun 2019	LHR Tahun 2020	LHR Tahun 2021
1	Sepeda Motor	1	40699	15865	15865	15865	15496	15496
2	Sedan, Jeep	2	2193	9325	9325	9325	2102	2102
3	Pick Up, Angkot	3	15932	392	392	392	4645	4645
4	Pick Up Box	4	1814	1651	1651	1651	1046	1046
5	Bus 3/4	5a	581	595	595	595	80	80
6	Bus Besar	5b	1256	1330	1330	1330	510	510
7	Truk 2 Sumbu 4 Roda	6a	666	900	900	900	113	113

8	Truk 2 Sumbu 6 Roda	6b	1719	1070	1070	1070	1060	1060
9	Truk 3 Sumbu	7a	776	1276	1276	1276	413	413
10	Truk Gandeng	7b	244	180	180	180	37	37
11	Semi Trailer	7c	416	369	369	369	181	181
12	KTB	8	554	163	163	163	276	276

(Sumber: Balai Besar Pelaksana Jalan Jawa Tengah – DI Yogyakarta)

4.2 Analisis Kondisi Perkerasan Dengan Metode PCI

4.2.1 Density

Density adalah nilai perbandingan dari nilai jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan dengan luasan unit segmen. Sebelum menghitung *density*, terlebih dahulu ditentukan kelas kerusakan apakah suatu kerusakan tersebut *low*, *medium*, atau *hard* sesuai dengan panduan dari ASTM D-6433. Berikut contoh perhitungan density pada Sta 0+920-0+970 Jalur Kiri.

Tabel 4. 4 Kerusakan Sta 0+920-0+970

Jenis Kerusakan	Σ	Ukuran Masing-masing Kerusakan (m)			A (m ²)	Kelas Kerusakan	Densitas
		p	l	d			
Pengausan	1	7	1		7	L	1,75
Retak Kulit Buaya	1	3,5	4		14	M	3,50

a. Mencari nilai *density* untuk kerusakan pengausan dengan kelas kerusakan *Low*

(L):

$$\begin{aligned}
 \text{Density} &= \frac{Ad}{As} \times 100\% \\
 &= \frac{7}{40} \times 100\% \\
 &= 1,75\%
 \end{aligned}$$

b. Mencari nilai *density* untuk kerusakan retak kulit buaya dengan kelas kerusakan *Medium* (M):

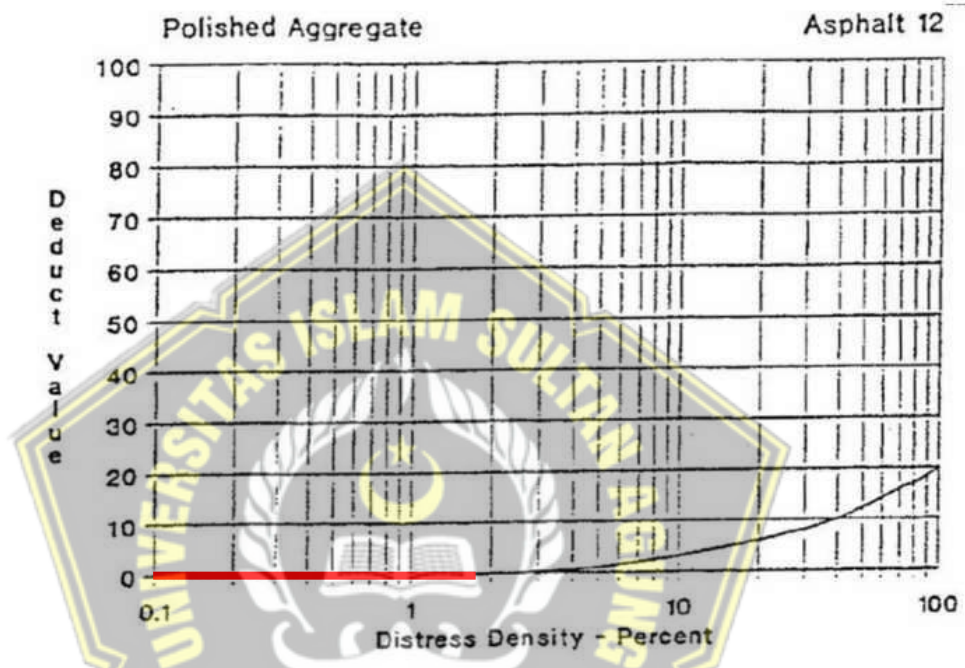
$$\begin{aligned}
 \text{Density} &= \frac{Ad}{As} \times 100\% \\
 &= \frac{14}{40} \times 100\% \\
 &= 3,50\%
 \end{aligned}$$

Untuk rekapitulasi nilai *density* dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2

4.2.2 Deduct Value (DV)

Deduct Value didapatkan dari hubungan antara kelas kerusakan dari nilai *Density* dengan grafik *deduct value* yang berbeda untuk setiap jenis kerusakan. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk nilai *deduct value* pada Sta 0+920-0+970 Jalur Kiri:

- a. Mencari nilai *deduct value* dari kerusakan pengausan:

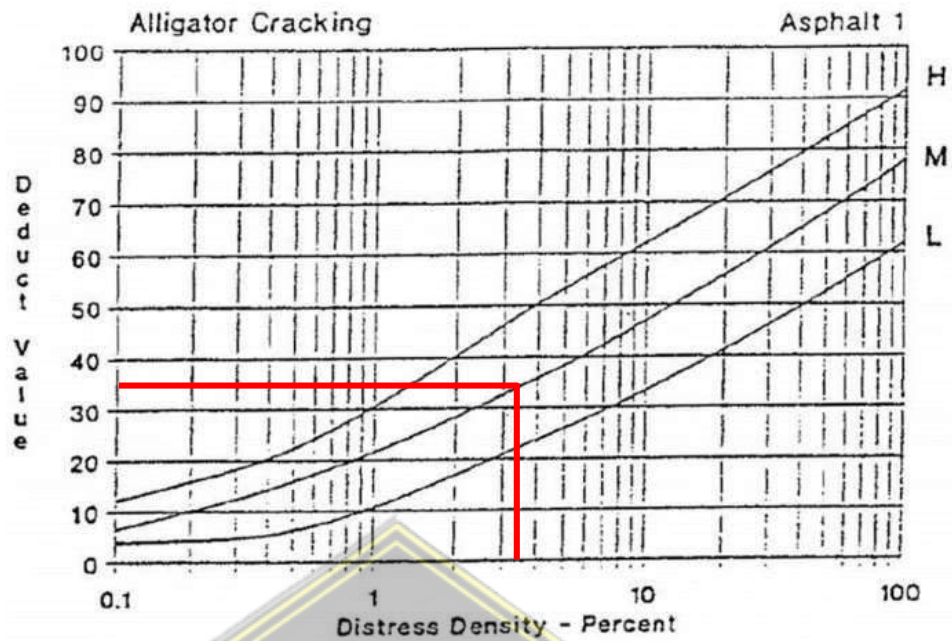


Gambar 4. 17 Deduct Value Pengausan

(Sumber: ASTM D-6433)

Berdasarkan Gambar 4.17 diperoleh nilai *deduct value* adalah 0 karena nilai *density* dari kerusakan pengausan adalah 1,75.

- b. Mencari nilai *deduct value* dari kerusakan retak kulit buaya dengan tingkat kerusakan *medium* (M):



Gambar 4.18 Deduct Value Retak Kulit Buaya
(Sumber: ASTM D-6433)

Mengacu Gambar 4.18 diperoleh nilai *deduct value* adalah 35 karena nilai *density* dari kerusakan retak kulit buaya dengan kelas kerusakan *medium* (M) adalah 3,50.

Berikut formulir rekapitulasi perhitungan *deduct value* pada Sta 0+920-0+970 Jalur Kiri:

Tabel 4.5 Rekapitulasi Nila Deduct Value Sta 0+920-0+970

ASHPALT SURFACED ROADS & PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT										SKETCH :	
										50 m	
										8 m	
1. Aligator cracking / Buaya	6. Depression / amblas	11. Patching & Cut Patching	16 . Shoving								
2. Bleeding / kegemukan	7. Edge Cracking / pinggir	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking								
3. Block cracking	8. Joint reflection Cracking	13. Potholes Count	18 . Swell								
4. Bump & Sags	9. Lane/Shoulder Drop off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling / pelepasan butir								
5. Corrugation / gelombang	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting / alur									
STA	Distress Severity	QUANTITY							TOTAL	DENSITY (%)	DEDUCT VALUE
0+920-0+970	12	7,00						7,00	1,75	0	
	1.M	14,00						14,00	3,50	35	
m											7.0

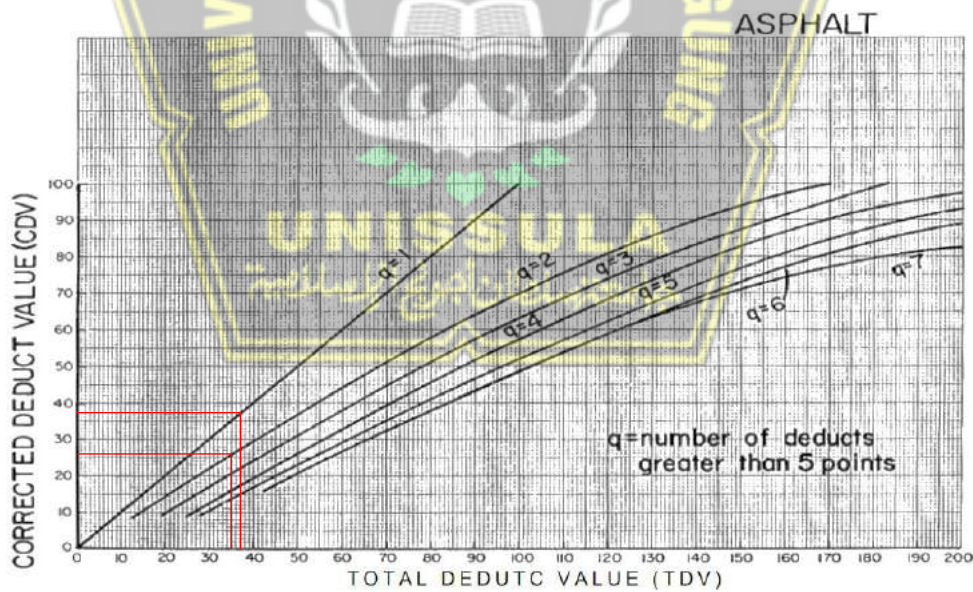
4.2.3 Corrected Deduct Value (CDV) dan Total Deduct Value (TDV)

Nilai CDV diperoleh dari kurva hubungan antara TDV, dimana TDV sendiri adalah penambahan dari *deduct value* untuk setiap jenis kerusakan yang sebelumnya dipengaruhi oleh nilai m dan q . Berikut merupakan contoh perhitungan dari TDV dan CDV pada Sta 0+920-0+970 Jalur Kiri:

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Total Deduct Value dan Nilai Corrected Deduct Value Sta 0+920-0+970

STA	No	DEDUCT VALUE (DV)								TOTAL	Q	CDV
0+920-0+970	1	35	0							35	2	26
	2	35	2							37	1	37

Nilai total *total deduct value* adalah 35 dan 37, yang diperoleh dari penambahan dari kolom kiri *deduct value*. Lalu dari masing-masing nilai TDV, dihubungkan dengan grafiik hubungan TDV dan CDV maka akan memperoleh nilai CDV dan nantinya dipilih nilai CDV yang terbesar. Berikut grafik hubungan nilai TDV dan CDV:



Gambar 4. 19 Grafik Hubungan Nilai CDV dan TDV
(Sumber: ASTM D-6433)

Dari grafik hubungan di atas didapat nilai CDV terbesar yaitu 37.

4.2.4 Nilai PCI

Setelah diperoleh nilai CDV maka selanjutnya adalah perhitungan nilai Pavement Condition Index (PCI) dengan rumus 2.3 :

$$PCI = 100 - CDV \text{ maks}$$

Selanjutnya menghitung rata-rata PCI tiap ruas jalan dengan menambahkan nilai PCI setiap segmen dibagi dengan jumlah segmen. Berikut contoh perhitungan PCI pada Sta 0+920-0+970 Jalur Kiri:

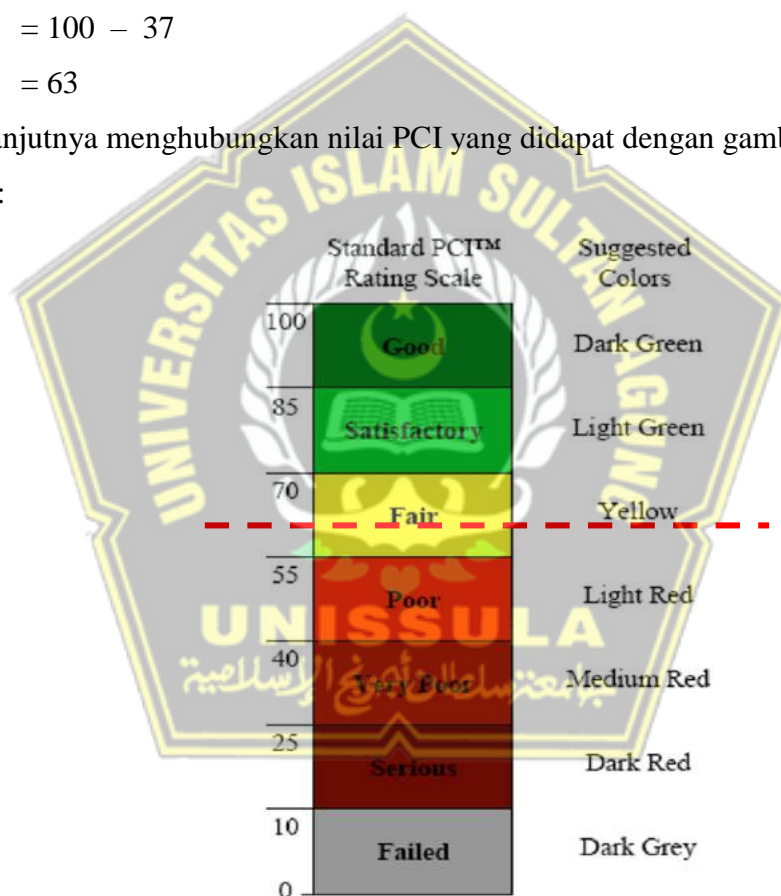
- a. Dari tabel 4.6 diperoleh CDV maksimum adalah 37

$$PCI = 100 - CDV \text{ maksimum}$$

$$PCI = 100 - 37$$

$$PCI = 63$$

- b. Selanjutnya menghubungkan nilai PCI yang didapat dengan gambar skala nilai PCI:



Gambar 4. 20 Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) dan Tingkat Kerusakan pada

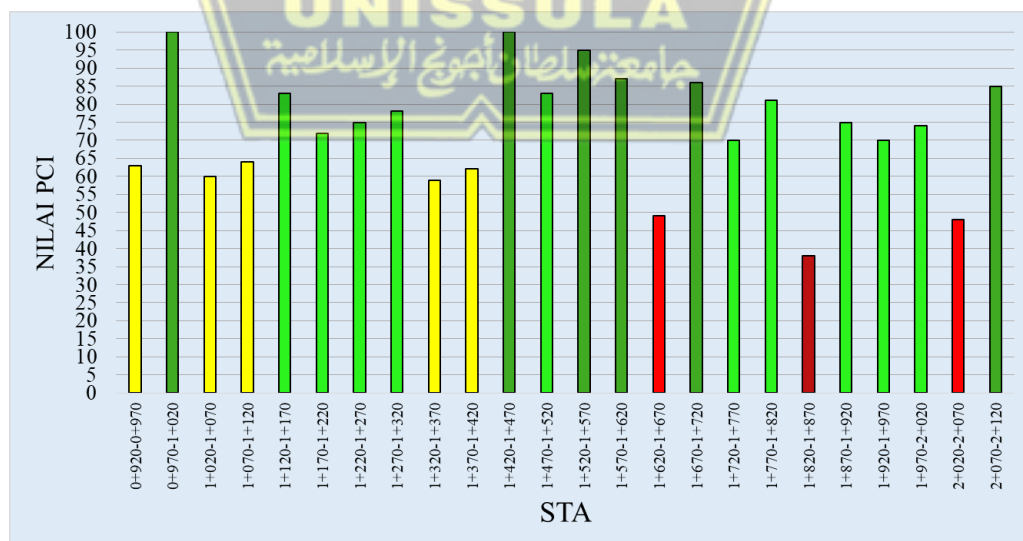
STA 0+920-0+970

(Sumber: ASTM D-6433)

Dari hubungan gambar di atas, nilai kondisi PCI pada STA 0+920-0+970 adalah “FAIR” atau “WAJAR”. Dengan perhitungan serupa setiap STA, maka diperoleh hasil perhitungan rekapitulasi nilai PCI seperti Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4. 7 Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) dan Tingkat Kerusakan pada Jalur Kiri

No.	STA	CDV Maks	100-CDV Maks	PCI
1	0+920-0+970	37	63	Fair
2	0+970-1+020	0	100	Good
3	1+020-1+070	40	60	Fair
4	1+070-1+120	36	64	Fair
5	1+120-1+170	17	83	Satisfactory
6	1+170-1+220	28	72	Satisfactory
7	1+220-1+270	25	75	Satisfactory
8	1+270-1+320	22	78	Satisfactory
9	1+320-1+370	41	59	Fair
10	1+370-1+420	38	62	Fair
11	1+420-1+470	0	100	Good
12	1+470-1+520	17	83	Satisfactory
13	1+520-1+570	5	95	Good
14	1+570-1+620	13	87	Good
15	1+620-1+670	51	49	Poor
16	1+670-1+720	14	86	Good
17	1+720-1+770	30	70	Satisfactory
18	1+770-1+820	19	81	Satisfactory
19	1+820-1+870	62	38	Very Poor
20	1+870-1+920	25	75	Satisfactory
21	1+920-1+970	30	70	Satisfactory
22	1+970-2+020	26	74	Satisfactory
23	2+020-2+070	52	48	Poor
24	2+070-2+120	15	85	Good
TOTAL			1757	
RATA RATA			73,20833333	
KLASIFIKASI			Satisfactory	



Gambar 4. 21 Grafik Nilai PCI Jalur Kiri

Kerusakan terparah terjadi pada STA 1+620-1+670, 1+820-1+870, dan 2+020-2+070. Berikut rincian kerusakan yang terjadi di jalur kiri:

- a. STA 1+620-1+670 (*poor*) memuat kerusakan 2 lubang (L), 2 pengausan (L), dan 2 retak kulit buaya (M). berikut dokumentasi kerusakan pada STA 1+620-1+670.



Gambar 4. 22 Kerusakan Lubang STA 1+620-1+670
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 23 Kerusakan Pengausan STA 1+620-1+670
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 24 Kerusakan Retak Kulit Buaya STA 1+620-1+670
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

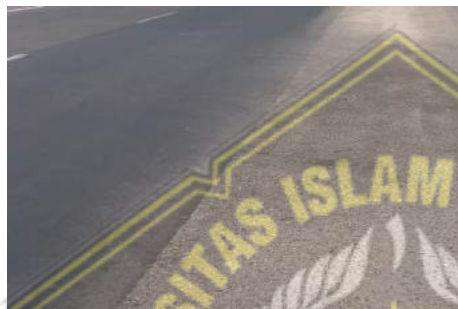
- b. STA 1+820-1+870 (*very poor*) memuat kerusakan 1 lubang (L), 1 pelepasan lapisan (L), 2 pengausan (L), 2 retak kulit buaya (M), dan 4 retak rambut (L). berikut dokumentasi kerusakan pada STA 1+820-1+870.



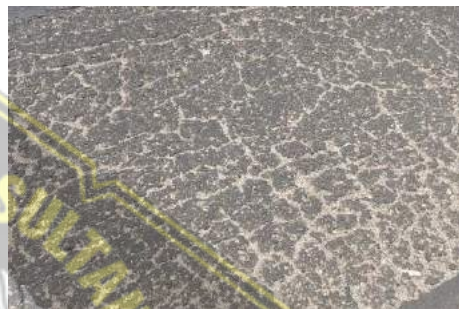
Gambar 4. 25 Kerusakan Lubang
STA 1+820-1+8700
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



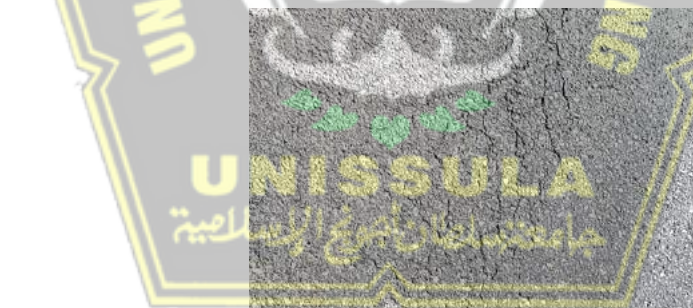
Gambar 4. 26 Kerusakan
Pelepasan Lapisan STA 1+820-
1+8700
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 27 Kerusakan
Pengausan STA 1+820-1+8700
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 28 Kerusakan Retak
Kulit Buaya STA 1+820-1+8700
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 29 Kerusakan Retak Rambut STA 1+820-1+8700
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

- c. STA 2+020-2+070 (*poor*) memuat kerusakan 3 pengausan (L), 2 retak kulit buaya (M), dan 2 retak rambut (L). berikut dokumentasi kerusakan pada STA 2+020-2+070.



Gambar 4. 30 Kerusakan Pengausan
2+020-2+070
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 31 Kerusakan Retak Kulit Buaya 2+020-2+070
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

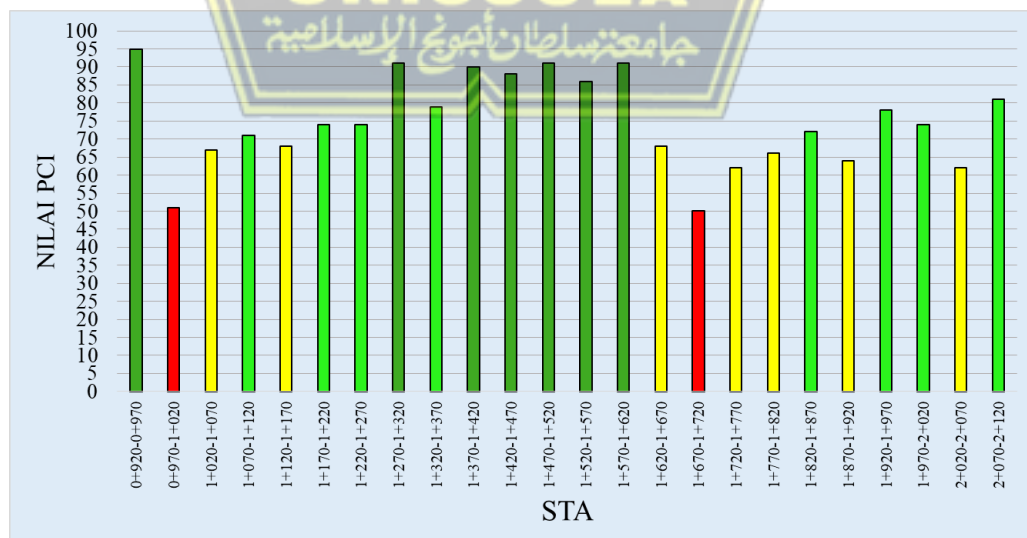


Gambar 4. 32 Kerusakan Retak Rambut 2+020-2+070
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Tabel 4. 8 Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) dan Tingkat Kerusakan pada Jalur Kanan

No.	STA	CDV Maks	100-CDV Maks	PCI
1	0+920-0+970	5	95	Good
2	0+970-1+020	49	51	Poor
3	1+020-1+070	33	67	Fair
4	1+070-1+120	29	71	Satisfactory
5	1+120-1+170	32	68	Fair
6	1+170-1+220	26	74	Satisfactory
7	1+220-1+270	26	74	Satisfactory
8	1+270-1+320	9	91	Good
9	1+320-1+370	21	79	Satisfactory
10	1+370-1+420	10	90	Good
11	1+420-1+470	12	88	Good
12	1+470-1+520	9	91	Good
13	1+520-1+570	14	86	Good
14	1+570-1+620	9	91	Good
15	1+620-1+670	32	68	Fair
16	1+670-1+720	50	50	Poor
17	1+720-1+770	38	62	Fair
18	1+770-1+820	34	66	Fair
19	1+820-1+870	28	72	Satisfactory
20	1+870-1+920	36	64	Fair
21	1+920-1+970	22	78	Satisfactory
22	1+970-2+020	26	74	Satisfactory
23	2+020-2+070	38	62	Fair
24	2+070-2+120	19	81	Satisfactory
TOTAL			1793	
RATA RATA			74,70833333	
KLASIFIKASI			Satisfactory	



Gambar 4. 33 Grafik Nilai PCI Jalur Kanan

Kerusakan terparah terjadi pada STA 0+970-1+020 dan 1+670-1+720. Berikut rincian kerusakan yang terjadi di jalur kanan:

- a. STA 0+970-1+020 (*poor*) memuat kerusakan 2 pengausan (L) dan 1 retak kulit buaya (L). berikut dokumentasi kerusakan pada STA 0+970-1+020.



Gambar 4. 34 Kerusakan Retak Kulit Buaya 0+970-1+020
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

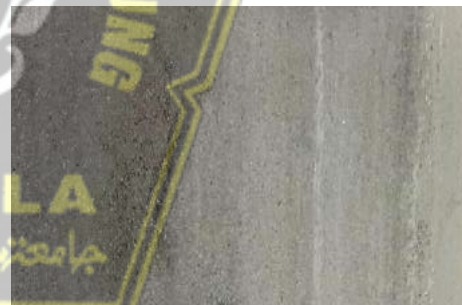


Gambar 4. 35 Kerusakan Pengausan 0+970-1+020
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

- b. STA 1+670-1+720 (*poor*) memuat kerusakan 1 alur (M), 1 bergelombang (L), 1 pengausan (L), 3 retak kulit buaya (M), 1 retak pinggir (L), 1 retak rambut (L), dan 2 sungkur (L) . berikut dokumentasi kerusakan pada STA 1+670-1+720.



Gambar 4. 36 Kerusakan Alur 1+670-1+720
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



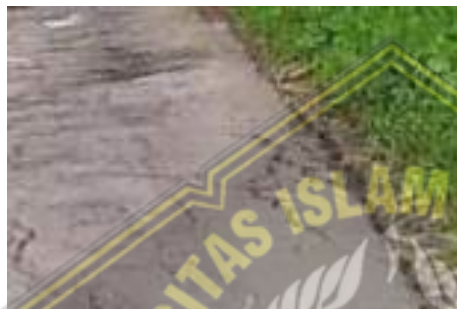
Gambar 4. 37 Kerusakan Bergelombang 1+670-1+720
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 38 Kerusakan
Pengausan 1+670-1+720
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 39 Kerusakan Retak
Kulit Buaya 1+670-1+720
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 40 Kerusakan Retak
Pinggir 1+670-1+720
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 41 Kerusakan Retak
Rambut 1+670-1+720
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)



Gambar 4. 42 Kerusakan Sungkur 1+670-1+720
(Sumber: Hasil Survey 16-10-2023)

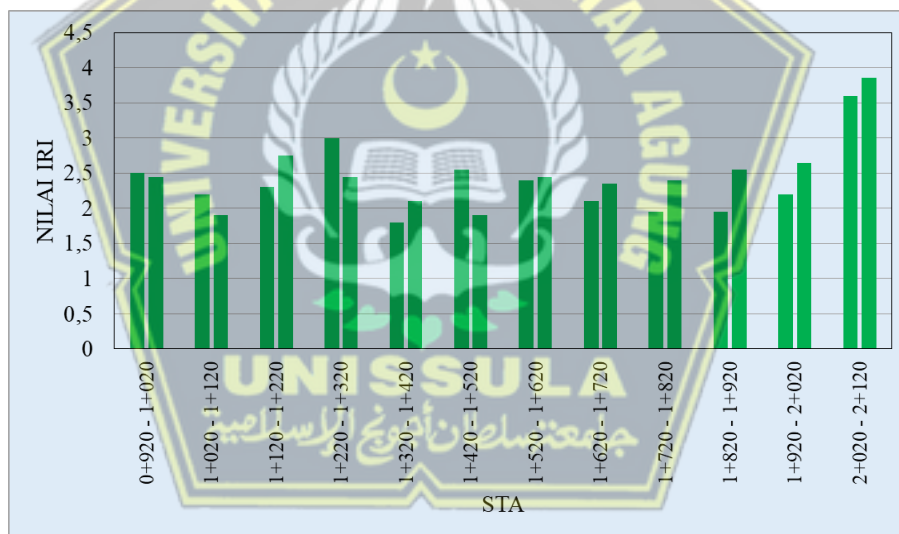
4.3 Analisis Kondisi Perkerasan Dengan Metode IRI

Data IRI yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari survey yang dilaksanakan oleh Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJN) dengan menggunakan alat “HAWKEYE 2000”. Berikut merupakan rekapitulasi nilai IRI:

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Nilai IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura

No	STA	Panjang (M)	L2	L1	R1	R2	IRI Rata-Rata	Kondisi	Kemantapan
1	0+920 - 1+020	100	2	2,9	1,8	3,2	2,48	Baik	Mantap
2	1+020 - 1+120	100	2	1,8	1,9	2,5	2,05	Baik	Mantap
3	1+120 - 1+220	100	3	2,5	2,4	2,2	2,53	Baik	Mantap
4	1+220 - 1+320	100	1,9	3	3	3	2,73	Baik	Mantap
5	1+320 - 1+420	100	2,2	2	1,9	1,7	1,95	Baik	Mantap
6	1+420 - 1+520	100	2,1	1,7	2,4	2,7	2,23	Baik	Mantap
7	1+520 - 1+620	100	1,9	3	1,9	2,9	2,43	Baik	Mantap
8	1+620 - 1+720	100	3	1,7	2	2,2	2,23	Baik	Mantap
9	1+720 - 1+820	100	3	1,8	1,8	2,1	2,18	Baik	Mantap
10	1+820 - 1+920	100	2,1	3	1,7	2,2	2,25	Baik	Mantap
11	1+920 - 2+020	100	2,6	2,7	1,9	2,5	2,43	Baik	Mantap
12	2+020 - 2+120	100	3,9	3,8	3,8	3,4	3,73	Baik	Mantap
Rata - Rata							2,43	Baik	Mantap

(Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta)



Gambar 4. 43 Grafik Nilai IRI Jalur Kanan dan Kiri

Dari tabel 4.9 didapat nilai IRI rata-rata adalah 2,43, dimana pada nilai ini masih dikategorikan kondisi “BAIK” dan dengan kemantapan “MANTAP”.

4.4 Perbandingan Nilai Kondisi Perkerasan Antara Metode PCI Dengan IRI

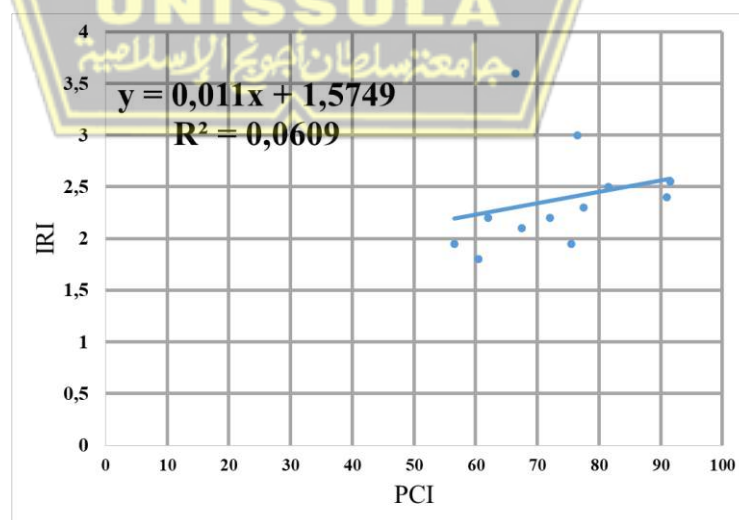
4.4.1 Analisis Korelasi Antara Metode PCI Dengan IRI Menggunakan Microsoft Excel

Hasil analisis dari Metode PCI dan IRI selanjutnya dicari nilai hubungannya dengan metode Korelasi Pearson menggunakan Microsoft Excel sebagai berikut:

- a. Analisis hubungan Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Jalur Kiri.

Tabel 4. 10 Data Variabel X dan Y Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kiri

No	STA	Panjang (M)	PCI Rata-Rata (Variabel X)	Kondisi PCI	IRI Rata-Rata (Variabel Y)	Kondisi
1	0+920 - 1+020	100	82	Satisfactory	2,5	Baik
2	1+020 - 1+120	100	62	Fair	2,2	Baik
3	1+120 - 1+220	100	78	Satisfactory	2,3	Baik
4	1+220 - 1+320	100	77	Satisfactory	3	Baik
5	1+320 - 1+420	100	61	Fair	1,8	Baik
6	1+420 - 1+520	100	92	Good	2,55	Baik
7	1+520 - 1+620	100	91	Good	2,4	Baik
8	1+620 - 1+720	100	68	Fair	2,1	Baik
9	1+720 - 1+820	100	76	Satisfactory	1,95	Baik
10	1+820 - 1+920	100	57	Fair	1,95	Baik
11	1+920 - 2+020	100	72	Satisfactory	2,2	Baik
12	2+020 - 2+120	100	67	Fair	3,6	Baik
Rata - Rata			73,21	Satisfactory	2,38	Baik



Gambar 4. 44 Grafik Regresi Linear PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kiri

Tabel 4. 11 Hasil Korelasi PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kiri

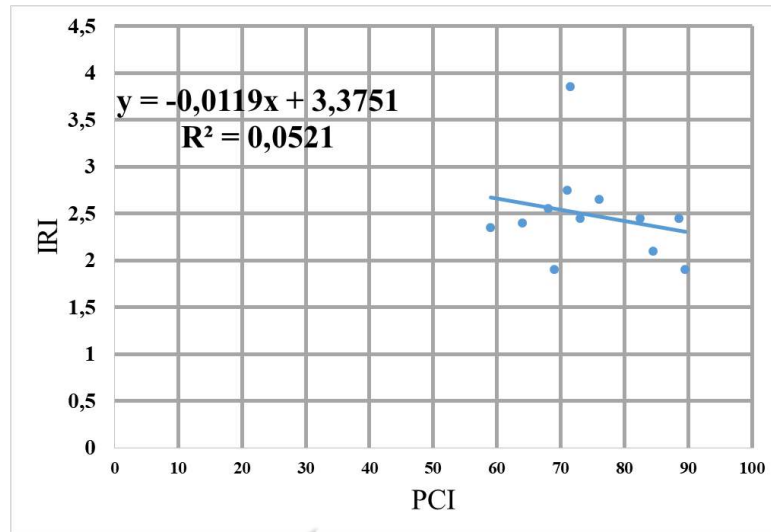
	PCI Rata-Rata	IRI Rata-Rata
PCI Rata-Rata	1	
IRI Rata-Rata	0,246849642	1

Hasil perhitungan analisis regresi linear menggunakan korelasi Pearson didapatkan nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,0609 dan didapatkan nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,246. Artinya nilai r menunjukkan “Korelasi Rendah” karena nilai korelasi menunjukkan angka dibawah 0,4. Nilai PCI mempengaruhi nilai IRI sebesar 25% sedangkan nilai IRI sebesar 75% tidak dipengaruhi oleh nilai PCI.

- b. Analisis hubungan Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Jalur Kanan

Tabel 4. 12 Data Variabel X dan Y Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kanan

No	STA	Panjang (M)	PCI Rata-Rata (Variabel X)	Kondisi PCI	IRI Rata-Rata (Variabel Y)	Kondisi
1	0+920 - 1+020	100	73	Satisfactory	2,45	Baik
2	1+020 - 1+120	100	69	Fair	1,9	Baik
3	1+120 - 1+220	100	71	Satisfactory	2,75	Baik
4	1+220 - 1+320	100	83	Satisfactory	2,45	Baik
5	1+320 - 1+420	100	85	Satisfactory	2,1	Baik
6	1+420 - 1+520	100	90	Good	1,9	Baik
7	1+520 - 1+620	100	89	Good	2,45	Baik
8	1+620 - 1+720	100	59	Fair	2,35	Baik
9	1+720 - 1+820	100	64	Fair	2,4	Baik
10	1+820 - 1+920	100	68	Fair	2,55	Baik
11	1+920 - 2+020	100	76	Satisfactory	2,65	Baik
12	2+020 - 2+120	100	72	Satisfactory	3,85	Baik
Rata - Rata			74,71	Satisfactory	2,48	Baik



Gambar 4. 45 Grafik Regresi Linear PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kanan

Tabel 4. 13 Hasil Korelasi PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta - Kartasura Jalur Kanan

	<i>IRI Rata-Rata</i>	<i>PCI Rata-Rata</i>
<i>IRI Rata-Rata</i>	1	
<i>PCI Rata-Rata</i>	-0,228215345	1

Hasil perhitungan analisis regresi linear menggunakan korelasi Pearson didapatkan nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,0521 dan didapatkan nilai r (koefisien korelasi) sebesar -0,228. Artinya nilai r menunjukkan “Korelasi Rendah” karena nilai korelasi menunjukkan angka dibawah 0,4, dan dengan hasil negatif berarti hubungan yang terjadi antara PCI dan IRI bersifat terbalik. Nilai PCI mempengaruhi nilai IRI sebesar 22% sedangkan nilai IRI sebesar 78% tidak dipengaruhi oleh nilai PCI.

4.4.2 Analisis Hubungan Kerusakan Jalan Metode PCI dengan IRI Terhadap Nilai LHR

Dari hasil analisis nilai PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – 2+120 didapatkan nilai :

- a. Nilai PCI Jalur Kiri sebesar 73,20 dengan Kategori “Memuaskan” dan nilai IRI sebesar 2,48 dengan kategori “Baik”.
- b. Nilai PCI Jalur Kiri sebesar 74,71 dengan Kategori “Memuaskan” dan nilai IRI sebesar 2,38 dengan kategori “Baik”.

Data LHR pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – 2+120 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Total LHR

No	Jenis Kendaraan	Golongan	LHR Tahun 2016	LHR Tahun 2017	LHR Tahun 2018	LHR Tahun 2019	LHR Tahun 2020	LHR Tahun 2021
1	Sepeda Motor	1	40699	15865	15865	15865	15496	15496
2	Sedan, Jeep	2	2193	9325	9325	9325	2102	2102
3	Pick Up, Angkot	3	15932	392	392	392	4645	4645
4	Pick Up Box	4	1814	1651	1651	1651	1046	1046
5	Bus 3/4	5a	581	595	595	595	80	80
6	Bus Besar	5b	1256	1330	1330	1330	510	510
7	Truk 2 Sumbu 4 Roda	6a	666	900	900	900	113	113
8	Truk 2 Sumbu 6 Roda	6b	1719	1070	1070	1070	1060	1060
9	Truk 3 Sumbu	7a	776	1276	1276	1276	413	413
10	Truk Gandeng	7b	244	180	180	180	37	37
11	Semi Trailer	7c	416	369	369	369	181	181
12	KTB	8	554	163	163	163	276	276
TOTAL			66850	33116	33116	33116	25959	25959

(Sumber: BBPJJN Jawa Tengah – DI Yogyakarta)

Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan No.20/SE/Db/2021 jalan yang diteliti termasuk dalam kategori jalan arteri primer dengan medan datar dimana volume LHR maksimal yang dapat ditampung adalah 6.640, maka dari data LHR di lapangan pada 2021 yaitu sebesar 10.147,42 dimana melebihi kapasitas LHR jalan rencana. Sehingga dapat diasumsikan bahwa kerusakan di Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – 2+120 didominasi oleh retak kulit buaya, retak rambut, pengausan, sengkuk, dan retak pinggir disebabkan oleh beban kendaraan yang melebihi kapasitas rencana.

4.5 Analisis Tegangan Dan Regangan Menggunakan Program KENPAVE

4.5.1 Perhitungan Beban Sumbu Standar Kumulatif (ESA5)

- a. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura merupakan jalan arteri primer, sehingga untuk faktor pertumbuhan lalu lintas (*i*) sebesar 4,8%, didapat dari tabel 4.15 Faktor pertumbuhan lalu lintas.

Tabel 4. 15 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor Rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1,00	1,00	1,00	1,00

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan kumulatif pertumbuhan (*Comulative Grow Factor*) selama 10 tahun:

$$R = \frac{(1 + 0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} = \frac{(1 + 0,01 (4,80))^{10} - 1}{0,01 (4,80)} = 12,461$$

Maka didapat nilai R sebesar 12,461.

b. Faktor Distribusi Arah dan Distribusi Lajur

Jumlah lajur dan jalur Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura adalah 4 lajur 2 arah atau bisa disebut 4/2D, sehingga menurut Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017 untuk jalan 4 lajur 2 arah terbagi, nilai faktor distribusi arah (DD) diambil 50% dan nilai distribusi lajur (DL) diambil dari tabel 4.16 faktor distribusi lajur, digunakan 50%.

Tabel 4. 16 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

c. Perhitungan ESA5

Nilai ESA5 dihitung menggunakan persamaan dengan nilai VDF masing-masing kendaraan niaga sebagai berikut:

$$ESA = LHR \times VDF \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Hasil perhitungan nilai ESA5 dapat dilihat pada Tabel 4.46.

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Perhitungan Nilai ESA5

Jenis Kendaraan		LHR	LHR	VDF4	VDF5	ESA4	ESA5
Uraian	Klasifikasi	2017	2018	Normal	Normal	2018-2028	2018-2028
Sepeda Motor dan Kendaraan Roda Tiga	1	15865	16631,28				
Sedan, Jeep dan Station Wagon	2	9325	9775,40				
Pick Up, Suburban, dan Minibus	3	392	410,93				
Pick Up Mikro Truk dan Mobil Hantaran	4	1651	1730,74				
Bus Kecil	5a	595	623,74	0,3	0,2	212771	141848
Bus Besar	5b	1330	1394,24	1	1	1585354	1585354
Truk Ringan 2 Sumbu	6a	900	943,47	0,55	0,5	590038	536398
Truk Sedang 2 Sumbu	6b	1070	1121,68	4	5,1	5101742	6504721
Truk 3 Sumbu	7a	1276	1337,63	4,3	5,6	6540243	8517525
Truk Gandengan	7b	180	188,69	12,6	17,8	2703447	3819155
Truk Semi Trailer	7c	369	386,82	6,1	7,7	2683063	3386818
Kendaraan Tidak Bermotor	8	163	170,87			0	0
CESA 2018-2028						1,94.E+07	2,45.E+07

Dari tabel di atas diperoleh nilai CESA5 2018 – 2028 sebesar $2,45 \times 10^7$.

4.5.2 Analisa Perkerasan Jalan Menggunakan Program KENPAVE

Data perkerasan diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Jawa Tengah – DI Yogyakarta. Selanjutnya data dapat diolah dengan program KENPAVE untuk memahami kondisi perkerasan tersebut.

- a. Data yang Digunakan Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan Pada Program KENPAVE

Data yang dibutuhkan meliputi tebal perkerasan, nilai modulus elastisitas, dan *poisson ratio*. Data perkerasan dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Data Perkerasan Jalan

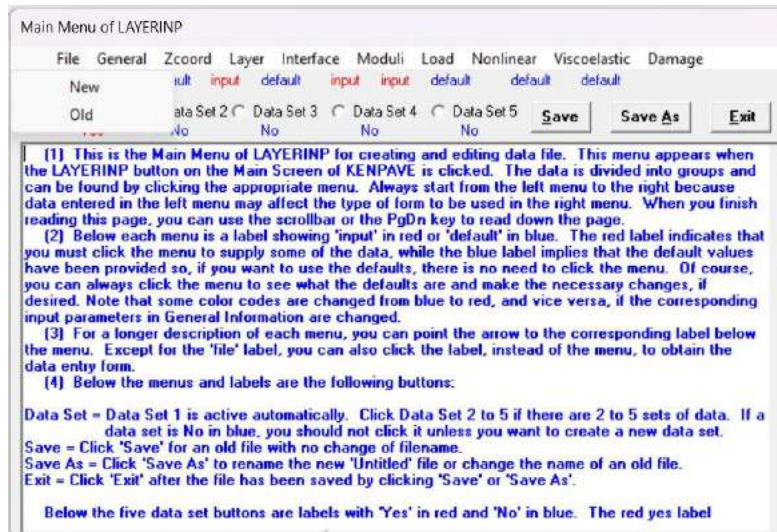
Lapis Perkerasan		Modulus Elastisitas, E (Kpa)	<i>Poisson</i> <i>Ratio, μ</i>	Tebal Perkerasan
Surface	AC–WC	1.116	0,3745	4
	AC–BC	1.287	0,3876	6
Base		500	0,2	30
Sub Base		150	0,35	10
Sub Grade		60	0,45	∞

(Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan)

- b. Analisis Dengan Program KENPAVE

1. LAYERINP

Input data pada menu LAYERINP seperti pada gambar 4.14.



Gambar 4. 46 Tampilan Menu LAYERINP

Selanjutnya pilih menu *file* dan klik *new* untuk menginput data yang baru.

2. General

Pada menu ini, diinput nilai yang dapat dilihat pada tabel 4.19.

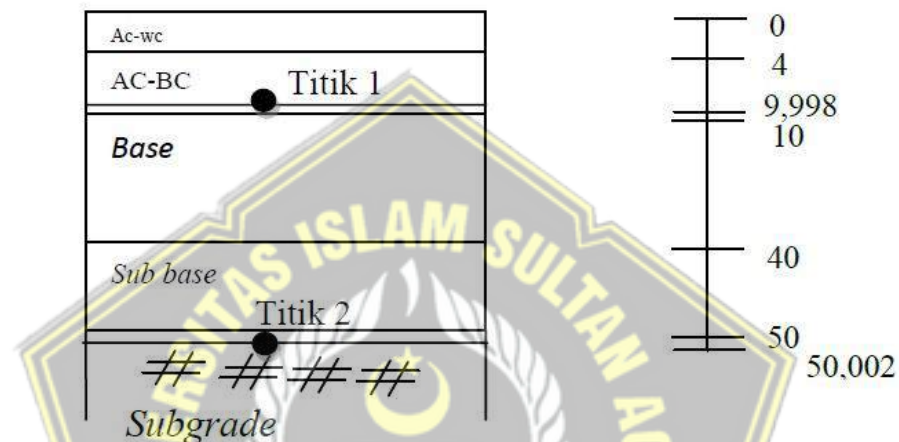
Tabel 4. 19 Data Input Menu General

Istilah	Nilai	Keterangan
<i>Title</i>	Trial	Judul <i>file</i>
<i>MATL</i>	1	Pada lapis analisis perkerasan adalah Linear
<i>NDAMA</i>	0	Tidak ada analisis lkerusakan
<i>NPY</i>	1	Mengikuti KENPAVE
<i>NLG</i>	1	Mengikuti KENPAVE
<i>DEL</i>	0,002	Standar Akurasi
<i>NL</i>	5	Jumlah lapis perkerasan pada analisis adalah 5 (<i>surface, subbase, subgrade</i>)
<i>NZ</i>	7	Julah titik kerusakan yang dianalisis
<i>ICL</i>	80	Mengikuti 1 KENPAVE
<i>NSDT</i>	9	Untuk <i>vertical displacement</i> untuk nilai tegangan dan regangan
<i>NBONT</i>	1	Semua lapis saling mengikat
<i>NLBT</i>	0	-

<i>NLTC</i>	0	-
<i>NUNIT</i>	1	Satuan yang digunakan adalah SI (Standar Internasional)

3. Zcoord

Jumlah titik *Zcoord* sama dengan jumlah NZ Yaitu titik letak kerusakan pada lapis perkerasan dapat dilihat pada gambar 4.47 dan input *Zcoord* dapat dilihat pada tabel 4.20



Gambar 4. 47 Letak Titik Tinjauan

Tabel 4. 20 Data Input Zcoord

No	1Kedalaman1	Keterangan
1	0	Permukaan AC – WC
2	4	Permukaan AC – WC
3	9,998	Titik Tinjau 1
4	10	Permukaan LPA
5	40	Permukaan LPB
6	50	Permukaan <i>Sub Grade</i>
7	50,002	Titik Tinjau 2

4. Layer

Pada menu ini memasukkan data tebal perkerasan dan *poisson ratio* masing-masing lapisan. Bisa dilihat pada gambar 4.48.

Layer Thickness, Poisson's Ratio and Unit Weight for Data Set No. 1

After typing the value in a cell, be sure to press the Enter key to make it effective.

Layer No.	TH	PR
1	4	0,3745
2	6	0,3876
3	30	0,35
4	10	0,2
5	XXXXXXXXXX	0,45

Use <Ctrl>- to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and to clear a cell.

(1) This form appears when the 'Layer' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of layers on this form is equal to NL, as specified in the 'General' menu. This form is different from the one used for General Information in that a dotted rectangle, instead of the cursor, is used to indicate the active cell. If the dotted rectangle is not the location for input, you can use the arrow key to move the dotted rectangle to the cell you want to input, or more conveniently by clicking the cell you want. After you type in the data, the dotted rectangle will be changed into a three dimensional box and you must press the Enter key to make it effective. You can also use the up and down arrow keys to make the entry effective. Note that the dotted rectangle is now in the upper left cell, so you can type in the data right away. If you want to read the remaining text and use the PgDn key, instead of the scrollbar, you

OK

Gambar 4. 48 Data Input Menu Layer

5. Moduli

Parameter yang diinput adalah modulus elastisitas tiap lapis perkerasan. Dapat dilihat pada gambar 4.49.

Layer Moduli for Period No. 1 and Data Set No. 1

Layer No.	E
1	1116000
2	1287000
3	250000
4	200000
5	60000

(1) This form appears when the period button on the Layer Modulus of Each Period is clicked. The number of layers on this form is equal to NL, as specified in the 'General' menu.

(2) E (elastic modulus of each layer): Use as the assumed modulus for the first iteration when the layer is nonlinear. If more convenient, you can enter the modulus in exponential form such as 1.234E5. Assign 0 or any value for viscoelastic layer.

(3) After typing the data in the first cell, move to the next cell by pressing the Enter or arrow down key. After the last cell is filled, be sure to click the Enter key.

(4) You can delete a line, or one layer, by first clicking anywhere on the line to make it active and then press the <Ctrl>- keys. The NL in the 'general' menu will be reduced automatically by 1.

(5) You can add a new line, or one more layer, above any given line by first clicking the cell in the given line to make it active and then press the <Ctrl>-<Ins>. A blank line will appear for you to enter the necessary data. The NL in the 'General' menu will increase automatically by 1. If you want to add a line after the last line, you can change NL in the 'General' menu by adding 1 and a blank line will appear as the last line. Remember that always use the <Ctrl>-<Ins>

Use <Ctrl>- to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and to clear a cell.

OK

Gambar 4. 49 Data Input Menu Moduli

6. Load

Data yang diinput pada menu *load* yaitu:

- *Load* = 1 (*single axle load*) digunakan beban sumbu standar sebesar 8,16 ton
- CR = 11 cm
- CP = 550 KPa (berdasarkan nilai tekanan ban)
- YW = 33 cm
- XW = 0 cm
- NPT = 3, karena pengolahan beban dengan tinjauan berbeda

Data input menu *load* dapat dilihat pada gambar 4.50 dan gambar 4.51.

Load Information for Data Set No. 1

Double click anywhere on a line to get auxiliary form for NR or NPT.

Unit	LOAD	CR	CP	YW	XW	NR or NPT
	1	11	550	33	0	3

Use <Ctrl>- to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and to clear a cell.

(1) This form appears when the 'Load' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of lines, or load groups, is equal to NLG, as specified in the 'General' menu. Please refer to Figure 3.8 for wheel and axle arrangements.

(2) LOAD (type of loading): Assign 0 for single axle with single tire, 1 for single axle with dual tires, 2 for tandem axles, and 3 for tandem axles.

(3) CR (contact radius of circular loaded ares).

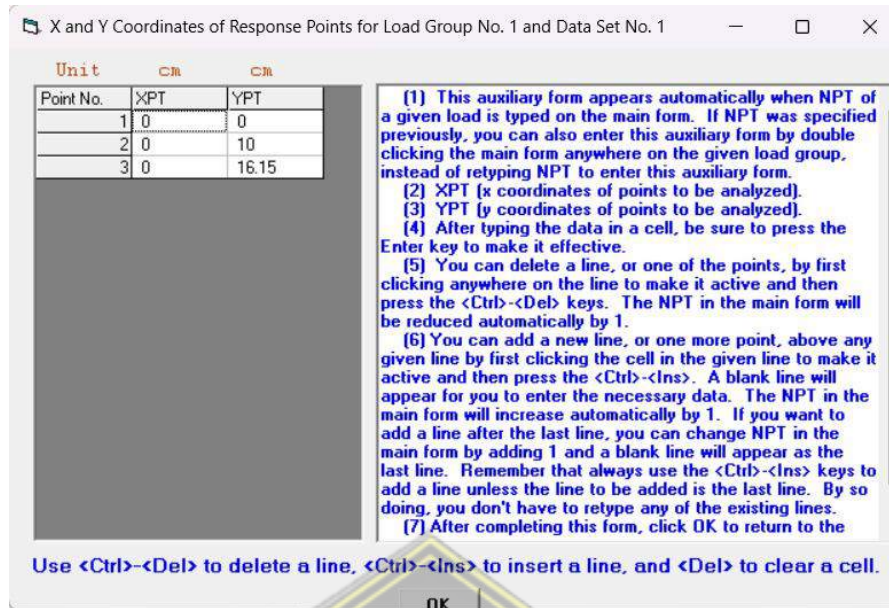
(4) CP (contact pressure on circular loaded ares).

(5) YW (center to center spacing between two dual wheels along the y axis): Assign 0 if there is only one wheel or LOAD = 0.

(6) XW (center to center spacing between two axles along the x axis): Assign 0 if only one axle exists, i.e. LOAD = 0 or 1.

(7) NR (number of radial coordinates to be analyzed under a single wheel, maximum 25): A single

Gambar 4. 50 Data Input Menu Load



Gambar 4. 51 Data Input Menu NPT

c. Hasil Analisis KENLAYER

Hasil analisis dari *tools* KENLAYER yaitu nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan lentur. Hasil pengulangan beban dapat dilihat pada tabel 4.21

Tabel 4. 21 Hasil analisis semua pengulangan beban pada setiap tebal lapis perkerasan dari KENLAYER.

Pengulangan Beban	Tangential Strain Pada 9,998 cm (ϵ)	Vertical Strain Pada 9,998 cm (ϵ)	Vertical Strain Pada 50,002 cm (ϵ)
1	0,0003195	0,0004503	0,0004415
2	0,0002970	0,0002612	0,0004797
3	0,0002693	0,0001300	0,0004865
Maksimum	0,0003195	0,0004503	0,0004865

Dari hasil analisis didapatkan nilai regangan tarik (*horizontal principal strain*) di bawah lapis permukaan sebesar 0,0003195 untuk analisa kerusakan *fatigue cracking*. Pada regangan tekan di bawah pondasi bawah (*vertical strain*) didapatkan sebesar 0,0004865 untuk analisa kerusakan jenis *deformation*, dan *vertical strain* pada 9,998 cm untuk kerusakan *rutting* didapatkan sebesar 0,0004503.

Hasil teganga regangan tersebut dianalisis menggunakan persamaan 2.11, 2.12, dan 2.13 untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan menganalisis *fatigue cracking, rutting, dan deformation*.

- Perhitungan nilai NF untuk *fatigue cracking*

$$N_f = 0,0796 (\epsilon t)^{-3,921} |E|^{-0,854}$$

$$N_f = 0,0796 (0,0003195)^{-3,921} |1287000|^{-0,854}$$

$$N_f = 2,451 \times 10^7$$

- Perhitungan nilai Nd untuk *Rutting*

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4,47}$$

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (0,0004503)^{-4,477}$$

$$N_d = 1,310 \times 10^6$$

- Perhitungan nilai ND untuk *Deformation*

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4,47}$$

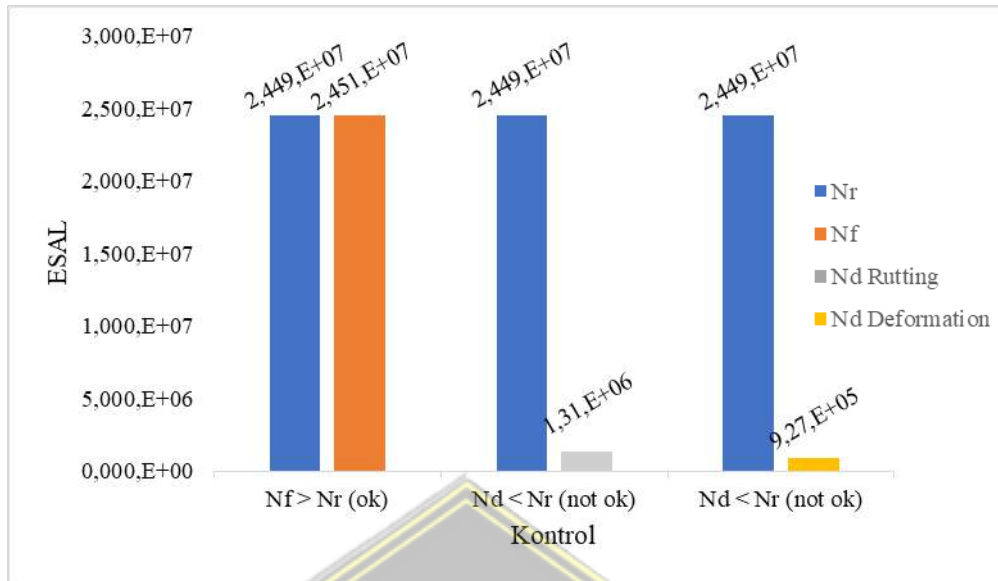
$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (0,0004865)^{-4,477}$$

$$N_d = 2,696 \times 10^5$$

Analisis beban yang didapat dari hasil evaluasi kondisi perkerasan Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura dengan program KENPAVE dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Kontrol Analisis Beban Lalu Lintas Terhadap Repetisi Beban Dengan Program Kenpave

Tahun Ke	ESA5	Repetisi beban (ESAL)		Analisa Beban lalu lintas
2028	2,449,E+07	Nf	2,451,E+07	Nf > Nr (ok)
	2,449,E+07	Nd Rutting	1,31,E+06	Nd < Nr (not ok)
	2,449,E+07	Nd Deformation	9,27,E+05	Nd < Nr (not ok)



Gambar 4. 52 Kontrol Analisis Beban Lalu Lintas Terhadap Repetisi Beban Dengan Program Kenpave

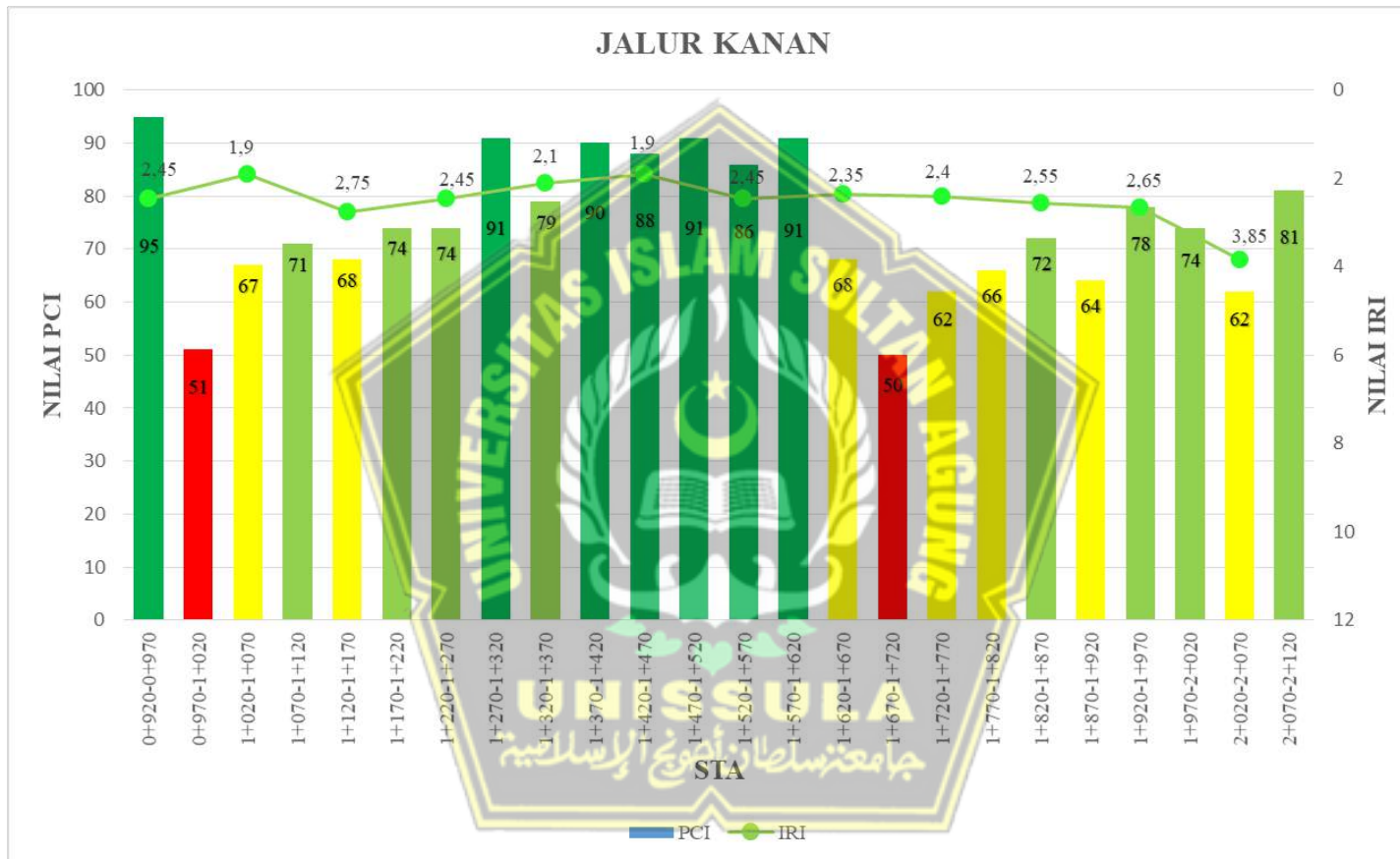
Dari hasil perhitungan dapat dikatakan bahwa kondisi perkerasan jalan pada tahun kesepuluh atau 2028 perkerasan masih mampu mengakomodasi beban repetisi *fatigue cracking* sebesar $2,451 \times 10^7$, namun untuk *rutting* dan *deformation* perkerasan jalan tidak dapat mengakomodasi beban repetisi sehingga mengalami kerusakan *rutting* dan *deformation*

4.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Dengan PCI, IRI, Dan Program KENPAVE

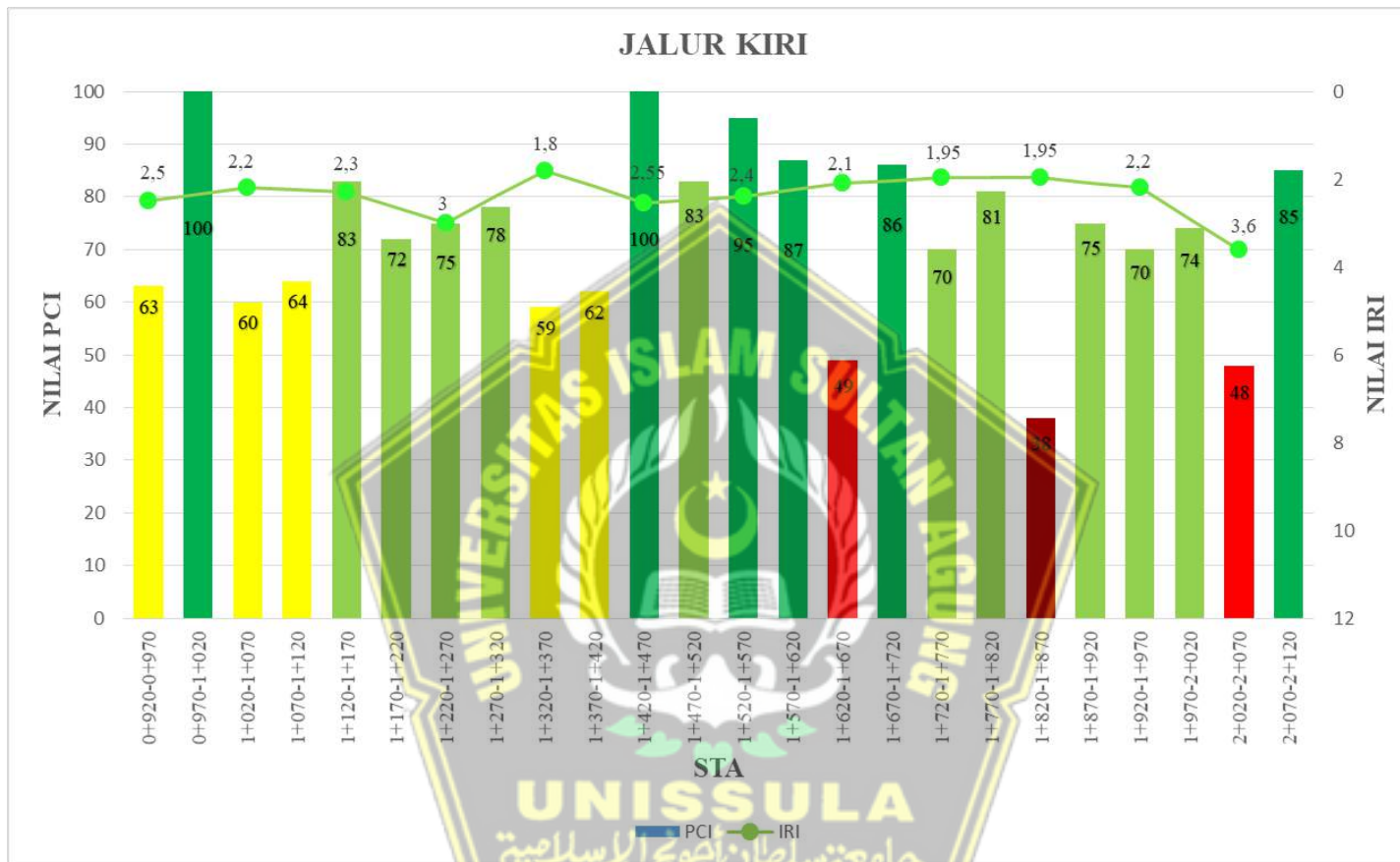
Setelah dilakukan analisis menggunakan metode-metode yang berbeda, maka selanjutnya dapat direkapitulasi pada tabel 4. Di bawah ini.

PCI	IRI	PROGRAM KENPAVE
<ul style="list-style-type: none"> • Pada jalur kanan diperoleh nilai rata-rata sebesar 74,70 yang dapat dikategorikan “satisfactory” atau masih memuaskan dan pada jalur kiri diperoleh nilai rata-rata sebesar 73,21 yang dapat dikategorikan “satisfactory” atau masih memuaskan. • Kerusakan terparah pada jalur kanan terdapat pada STA 0+970-1+020 dengan nilai PCI 51 “Buruk” dan STA 1+670-1+720 dengan nilai PCI 50 “Buruk”. • Kerusakan terparah pada jalur kiri terdapat pada STA 1+620 - 1+670 dengan nilai PCI 49 “Buruk”, STA 2+020 - 2+070 dengan nilai PCI 48 “Buruk”, dan STA 1+820-1+870 dengan nilai PCI 38 “Sangat Buruk”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pada jalur kanan diperoleh nilai rata-rata sebesar 2,48 yang dapat dikategorikan “Baik” dan pada jalur kiri diperoleh nilai rata-rata sebesar 2,38 yang dapat dikategorikan “Baik”. • Untuk survey metode IRI hasil yang diperoleh secara keseluruhan masih terlampau baik tanpa ada STA yang dikategorikan sedang, rusak ringan, maupun rusak berat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil perhitungan ESA5 pada rencana tahun kesepuluh, 2028 diperoleh ESA5 sebesar $2,449 \times 10^7$. • Untuk kerusakan <i>fatigue cracking</i> diperoleh $N_f = 2,451 \times 10^7$ ESAL, artinya $N_f > ESA5$ “OK”. • Untuk kerusakan <i>rutting</i> diperoleh N_d <i>Rutting</i> = $1,31 \times 10^6$ ESAL, artinya $N_d < ESA5$ “NOT OK”. • Untuk kerusakan <i>deformation</i> diperoleh N_d <i>Deformation</i> = $9,27 \times 10^5$ ESAL, artinya $N_d < ESA5$ “NOT OK”.

Berikut ditampilkan rekapitulasi hasil nilai PCI dan IRI Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura, Km 0+920 – Km 2+120 dalam bentuk grafik.



Gambar 4. 53 Grafik Nilai PCI dan IRI



Gambar 4. 54 Grafik Nilai PCI dan IRI

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di lapangan dan analisis data pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – 2+120 dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil survey kerusakan pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – 2+120 terdapat 14 jenis kerusakan meliputi retak alur, amblas, bergelombang, jembul, kegemukan, lubang, pelepasan lapisan, pengausan, retak kulit buaya, retak memanjang dan melintang, retak pinggir, retak rambut, retak selip, dan sungkur.
2. Hasil nilai evaluasi kerusakan jalan dengan metode PCI (*Pavement Condition Index*) pada jalur kanan diperoleh nilai rata-rata sebesar 74,70 yang dapat dikategorikan “*satisfactory*” atau “**memuaskan**” dan pada jalur kiri diperoleh nilai rata-rata sebesar 73,21 yang dapat dikategorikan “*satisfactory*” atau “**memuaskan**” juga. Kerusakan terparah pada jalur kanan terdapat pada STA 0+970-1+020 dengan nilai PCI 51 “**Buruk**” dan STA 1+670-1+720 dengan nilai PCI 50 “**Buruk**”, dengan kerusakan didominasi oleh pengausan, retak kulit buaya, alur gelombang, retak pinggir, retak rambut dan sungkur. Kerusakan terparah pada jalur kiri terdapat pada STA 1+620 - 1+670 dengan nilai PCI 49 “**Buruk**”, STA 2+020 - 2+070 dengan nilai PCI 48 “**Buruk**”, dan STA 1+820-1+870 dengan nilai PCI 38 “**Sangat Buruk**”, dengan kerusakan didominasi oleh lubang, pelepasan lapisan, pengausan, retak kulit buaya, dan retak rambut.
3. Hasil penilaian evaluasi perkerasan jalan dengan metode IRI (*International Roughness Index*) pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – 2+120 untuk ruas kanan diperoleh nilai rata-rata 2,38 yang dapat dikategorikan “**baik**” dan untuk ruas kiri diperoleh nilai rata-rata 2,48 yang dapat dikategorikan “**baik**”.
4. Hasil perbandingan nilai perkerasan jalan antara metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan IRI (*International Roughness Index*) pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – 2+120 memiliki korelasi “rendah” pada kedua ruas, dengan nilai r (koefisien korelasi) sebesar

0,246 pada ruas kiri dan didapatkan nilai r (koefisien korelasi) sebesar -0,228 pada ruas kanan.

5. Hasil analisis Tegangan - Regangan pada program KENPAVE pada Ruas Jalan Nasional Batas Kota Surakarta – Kartasura Km 0+920 – 2+120, hasil perhitungan ESA5 pada rencana tahun kesepuluh, 2028 diperoleh $ESA5 = 2,449 \times 10^7$. Nilai repetisi beban untuk kerusakan *fatigue cracking* yang mampu diakomodasi sebesar $2,451 \times 10^7$ ESAL, artinya $N_f > ESA5$ “OK”. Nilai repetisi beban yang mampu diakomodasi untuk nilai kerusakan *rutting* $N_{d_{rutting}} = 1,310 \times 10^6$ ESAL, artinya $N_{d_{rutting}} < ESA5$ “NOT OK”. Nilai repetisi beban untuk kerusakan *deformation* yang mampu diakomodasi sebesar $N_{d_{deformation}} = 2,696 \times 10^5$ ESAL, artinya $N_{d_{deformation}} < ESA5$ “NOT OK”. Sehingga pada rencana tahun kesepuluh yaitu pada 2028 perkerasan masih mampu mengakomodasi beban repetisi *fatigue cracking*, namun untuk *rutting* dan *deformation* perkerasan jalan tidak dapat mengakomodasi beban repetisi sehingga mengalami kerusakan *rutting* dan *deformation*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis, pembahasan, dan kesimpulan dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Pelaksanaan survey lapangan sebaiknya dilakukan dengan meminimalisir kesalahan dari surveyor (*zero mistake human error*) agar mendapatkan data yang lebih valid.
2. Pengumpulan data-data sekunder sebaiknya menggunakan data yang terbaru atau *up to date* agar analisis dapat lebih representatif.
3. Perhitungan dan analisis data sebaiknya dilakukan dengan lebih cermat dan teliti agar hasil analisis yang didapatkan sesuai dengan kondisi sebenarnya.
4. Pada jalur kanan STA 0+970-1+020, STA 1+670-1+720 dan jalur kiri STA 1+620 - 1+670, STA 2+020 - 2+070 yang mengalami kerusakan dengan nilai PCI terparah disarankan untuk segera dilakukan perbaikan untuk menjaga nilai layan jalan agar tetap mantap dan tidak mengganggu kenyamanan pengguna jalan.
5. Penelitian lebih lanjut sebaiknya dilakukan opsi perbaikan yang paling efisien dan efektif, dan dapat dilanjutkan untuk perencanaan anggaran biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, Y., Said, L., & Alifudin, A. (2022). *Analisis Penentuan Penanganan Jalan Nasional Metode International Roughness Index (IRI) dan Pavement Condition Index (PCI)* . Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur, dan Sains.
- Austroroads, A. (1987). *Guide to the Visual Assesment of Pavement Condition.*" Sydney: Austroroads.
- Barry, T. M. (1978). *FHWA highway traffic noise prediction model.*
- Hidayat, S. R. (2018). *Kajian Tingkat Kerusakan Menggunakan Metode PCI Pada Ruas Jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo.* Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil.
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement analysis and design. Vol. 2.* . Upper Saddle River: NJ: Pearson Prentice Hal.
- International, A. (2010). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.* Designation.
- Isradi, M., Dwiatmoko, H., & Subhana, A. (2020). *Evaluation Of Road The Road Pavement Damage With Bina Marga Method And Pavement Condition Index Method.* Proceedings of the 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- M. Y. (Mo) Shahin, C. S. (1994). *Comparing Pavement Performance and Its Effect.* Construction Engineering Research Laboratory.
- M.Y., S. (1996). *Pavement Management For Airport Roads and Parking Lots.* New York: Dept. BC.
- Muhammad , F., Setyawan, A., & Suryoto. (2019). *Evaluasi Nilai Kondisi Perkerasan Jalan Nasional Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) Menggunakan Aplikasi Road Evaluation And Monitoring System (REMS) (Studi Kasus : Ruas Jalan Prambanan - Pakem).* E - Jurnal Matriks Teknik Sipil .

- Pangesti, R. D., Mahbub, J., & Rahmawati, L. (2021). *Penilaian Kondisi Jalan Menggunakan Asphalt Passer (Pavement Surface Evaluation And Rating) dan IRI (International Roughness Index)*. Bangun Rekaprima : Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial, dan Humaniora, 39.
- Pemerintah Pusat, I. (1980). *Undang-Undang (UU) Nomor 13 Tahun 1980 Tentang Jalan*. Peraturan Perundang-Undangan, 10.
- Pradipa, D. A. (2022). *Evaluasi Perkerasan Jalan, Pemeliharaan, Dan Peningkatan Dengan Metode Analisa Komponen Beserta Rencana Anggaran Biaya (RAB) Ruas Jalan Wonogiri - Pracimantoro, Kabupaten Wonogiri, Sta 2+000 - Sta 4+000*. Tugas Akhir.
- PUPR, K. (1983). *Manual Pemeliharaan Jalan 03/MN/B/1983*. Pemeliharaan Jalan.
- PUPR, K. (1997). *Tata Cara Pedoman Geometrik Jalan Antar Kota*. Pedoman Teknis Geometrik Jalan.
- PUPR, K. (2016). *Pedoman Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan*. Pedoman Teknis Bidang Jalan.
- PUPR, K. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 2/M/BM/2017*. Manual.
- PUPR, K. (2021). *Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ) Nomor 13/P/BM/2021*. Pedoman Teknis Bidang Jalan.
- PUPR, K. (2021). *Pedoman Survei Pengumpulan Data Kondisi Jaringan Jalan*. Pedoman Teknis Bidang Jalan.
- Roque, R., Birgisson, B., Montepara, A., Romeo, E., & Tebaldi, G. (2010). *Influence of Mixture Properties on Fracture Mechanisms in Asphalt Mixtures*. Road Material and Pavement Design, 61-88.
- Shell. (1978). *Shell Pavement Design Manual - Asphalt Pavements and Overlays for Road Traffic*. London: Shell International Petroleum Company.
- Siswanto, H., Sulistio, H., Djakfar, L., & Wicaksono, A. (2016). *Sistem Manajemen Jalan dan Kondisi Kerusakan Jalan di Indonesia : Sebuah Kajian Pustaka*.

Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah IX (APTW), 2.

Skinner Jr, R. E. (2006). *NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM*.

Sudaryono. (2016). *Manajemen Pemasaran Teori dan Implementasi*. Yogyakarta: Andi Offset.

Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D Edisi 13*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D Edisi 19*. Bandung: Alfabeta.

Sukirman, S. (1993). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.

Utama, R., & Farida, I. (2016). *Evaluasi Kondisi Struktural Pada Jalan Berdasarkan Hubungan Antara Ketidakrataan Permukaan Jalan (IRI) dan Indeks Kondisi Jalan (RCI) (Studi Kasus Ruas Jalan Selajambe - Cibogo - Cibeet, Cianjur)*. Jurnal Konstruksi.

Yoder, E. J. (1991). *Principles of pavement design*. John Wiley & Sons.

